www.radio.ru

9•2011

РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ



ВЫСТАВКА НТТМ – 2011

- Космический Интернет
- Ремонт и доработка промышленного УМЗЧ
- Измеритель АЧХ
- Сетевой блок питания для фотокамеры

...и ещё 14 конструкций

9 2011

ISSN-0033-765X

ГОД 2011-Й – ГОД РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ВЫЗЫВАЕТ «БИРЮЗОВУЮ КАТУНЬ»

Виктор ТИМОФЕЕВ (RA9YJY), г. Барнаул

Появление в 1988 году на борту орбитального комплекса «Мир», а затем и на борту Международной космической станции постоянно действующих любительских радиостанций открыло большие возможности для приобщения рядовых землян к освоению космического пространства, к привлечению молодёжи в космонавтику. Возможность напрямую побеседовать с экипажами, находящимися на космической орбите, – это уже не академические рассказы о Космосе, а в той или иной мере сопричастность к процессу его освоения.

О сеансах радиосвязи алтайских радиолюбителей с экипажем Международной космической станции рассказывает эта статья.

(см. статью на с. 57)



Ура! Нам отвечает МКС – можно запросто поговорить с космонавтами, находящимися на орбите!

Антенну надо направить на ту точку небосвода, где должна появиться Международная космическая станция.

Андрей Осипов (UB9YAM), руководитель радиоклуба "Эфир" Владимир Нетаев (RA9YF) и Андрей Исаков (UB9YAE).

Выносная рабочая позиция коллективной радиостанции клуба «Эфир» подготовлена к связи с МКС.

Подготовленная на ноутбуке презентация связи с МКС демонстрировалась на большом плазменном экране.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. На выставке НТТМ—2011 участники демонстрируют разработанные устройства (см. статью на с. 47).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

УМЗЧ С ТОКОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ
РАЗРАБОТКИ ЯПОНСКИХ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ
ПРОСТОЙ ПРИЁМНИК НАБЛЮДАТЕЛЯ

Тираж журнала «Радио» № 8 сдан для рассылки подписчикам 03.08.2011 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:
Д. Ю. ВОРОНИН, А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, Б. С. ИВАНОВ, Е. А. КАРНАУХОВ (ОТВ. СЕКРЕТАРЬ), С. Н. КОМАРОВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, В. Г. МАКОВЕЕВ, Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН, Б. Г. СТЕПАНОВ (ПЕРВЫЙ ЗАМ. ГЛ. РЕДАКТОРА), В. В. ФРОЛОВ

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 18.08.2011 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 11-08-00278.

Год 2011-й — Год российской космонавтики

Испытания Юрия Гагарина

Н. ЕФИМОВ, г. Москва

Статья "Кедр" в любительском эфире", опубликованная в апрельском номере журнала "Радио" за этот год с эксклюзивной фотографией на его обложке, нашла положительные отклики не только у нас в стране, но и за её пределами. Так, чешский радиолюбительский журнал Praktická elektronika опубликовал на страницах июньского номера заметку, посвящённую этой статье, и фотографии. Кроме того, в редакцию нашего журнала стали поступать письма от наших читателей с воспоминаниями о полёте первого космонавта Земли и о событиях, происходивших после него. Мы сочли возможным опубликовать одно из них: в этой статье нет ни слова о радиоэлектронике, но она познавательна, раскрывает характер Юрия Гагарина, даёт представление о том, что думали о советском народе жители туманного Альбиона и писали британские газеты в те далёкие 60-е.

Подходил к концу четвёртый год моей командировки в Англию. В то утро поглядывал за завтраком, как всегда, на телеэкран, следя за последними новостями. Работал я в представительстве Совинформбюро, которое было преобразовано в Агентство печати Новости: мы выпускали в Лондоне еженедельную газету "Совьет уикли". Она выходила с 1942 года.

Кто знал тогда в Англии, что это утро открывало день, который войдёт во все учебники истории — 12 апреля 1961 года...

Где-то сразу после начала восьмичасовых новостей диктор Би-Би-Си вдруг оторвался от заготовленных текстов и взволнованно, не скрывая удивления, произнёс: "Московское радио только что сообщило, что советский космонавт на орбите. Это Юрий Гагарин".

Так уж получилось, что моя командировка началась в 1957 году, месяц спустя после запуска первого спутника (уточняю, первого в мире), а затем последовала череда поразительных по замыслу и исполнению достижений советской науки и техники. Каждое из них было впечатляющим шагом вперёд в освоении космоса. Первый спутник произвёл на западе шок: как же смогли? Интересно было наблюдать за реакцией на наши успехи. Слово "спутник" сразу же вошло в английский язык. Первоначальное изумление сменилось серьёзным анализом возможностей советской науки и техники. А все последующие шаги, повторяю, были фантастическими: полёты ракет к Луне, её облёт и фотографирование невидимой стороны Луны, первые космические корабли-спутники, в том числе с четвероногими пассажирами Белкой и Стрелкой, первая автоматическая межпланетная станция "Венера-1" и т. д. Чувствовалась хорошо продуманная стратегия. Всё шло к запуску человека в космос. Тем не менее новость, прозвучавшая по московскому радио, была неожиданной и ошеломляющей. Она вытеснила на британских телеканалах и первых полосах лондонских газет всё остальное.

На следующий день англичане расхватывали газеты. Аршинные заголовки в массовой прессе были под стать событию. *"Величайшее событие нашего столетия"*, — гласила "Дейли миррор". *"Юрий Гагарин — Колумб 1961 года"*, *"Вся Москва поёт, ликует, поднимает тосты и сочиняет оды"*, — возвещала "Дейли экспресс". *"В Москве уже раскупили всё шампанское"*, — вторила "Ивнинг стандард". *"Президент

Кеннеди заявил, что ему надоело быть вторым в соревновании с Россией", — об этом сообщали все издания.

В целом комментарии в прессе были объективными и благожелательными. Само событие воспринималось не только как выдающийся успех СССР, но и как успех всего человечества. Так оно и было в действительности. Хотя не обошлось и без комментариев в духе "холодной войны". Один из авторов консервативной "Дейли телеграф" назвал, например, дураками всех, кто аплодировал успехам СССР. Журнал "Нью стейтсмен" писал: *"Успех России ... это мрачное напоминание, что во всех областях космической техники Россия всё ещё намного впереди Запада".* Но "холодная война" в те дни, как мне казалось, всё же вынуждена была отступить. Верх брали естественные человеческие чувства. Вот три характерных комментария в лондонских газетах за 13 апреля 1961 года.

"Дейли экспресс": *"Отныне и навсегда человек не привязан больше к своей маленькой планете. Вселенная в его власти. Вот почему успешный полёт русского космонавта встречен во всём мире с преклонением и восхищением. Мы должны воздать им должное без всяких оговорок".*

"Ивнинг ньюс": *"С какой бы меркой ни подходить, это достижение русских поистине поразительно. Если взглянуть на него на фоне их истории, оно кажется почти неправдоподобным. Со времён Октябрьской революции 1917 года русские не только догнали, но и превзошли технические достижения всех других стран".*

И конечно, в прессе снова возник вопрос: что же обеспечило полёт Юрия Гагарина. Сейчас он зазвучал с ещё большей остротой. "Таймс эдьюкейшнл сапплемент" (приложение к газете "Таймс") писала два дня спустя после полёта: *"Прежде всего думаешь о мощнейшем фундаменте, без которого такие шаги немыслимы: это высочайший уровень во многих направлениях фундаментальной науки, соответствующие этому уровню знания и умения в различных технологиях, а за верхним эшелоном армия инженеров и техников. Многие отрасли и тысячи людей внесли свой вклад в запуск космического корабля и его возвращение на Землю. Но прежде всего и больше всего — это триумф образования... Беспрецедентное развитие образования в СССР столь же поразительно, как и полёт человека в космос".*

И американцы, кстати, именно в развитии советского образования увидели ключ к разгадке достижений СССР в космосе.

Видимо, сейчас об этом многие успели позабыть...

Англичане увидели в теленовостях грандиозную встречу Юрия Гагарина в Москве. На всём пути от Внуковского аэродрома до Красной площади яблоку негде было упасть. Огромный город вышел приветствовать первопроходца космоса! Нынешнему поколению молодёжи, должно быть, это трудно понять. Тот день многим напомнил День Победы. Всего шестнадцать лет спустя после страшного опустошения, которое принесла война (в руинах лежали Сталинград, Смоленск, Минск и ещё несколько сотен городов), — вот она, ещё одна Победа! Раны залечили и шагнули вперёд. А теперь вышли в космос. Мы это сделали! Мы это смогли! Таких свершений у нынешнего поколения, увы, нет. И, похоже, не предвидится.

За рубежом с особой остротой воспринимаешь всё, что происходит на Родине. Это было великое счастье ощущать себя частицей своего великого государства в те дни. Надеюсь, когда-нибудь и наши потомки испытают такие чувства.

Англичане первыми из западных стран смогли познакомиться с Юрием Гагариным уже летом 1961 года. Британский профсоюз литейщиков пригласил космонавта в Англию, чтобы вручить ему памятную золотую медаль. Причём здесь профсоюз? В подмосковных Люберцах в ремесленном училище № 10 Юрий получил специальность литейщика. С этого начинался его трудовой путь. Британский профсоюз пригласил коллегу. Гагарин принял приглашение.

Но официальный Лондон его не приглашал, и теперь власть не знала, как повести себя в этой ситуации. Не заметить приезд Колумба XX века? Нет, это было бы просто невозможно. Но что тогда делать? Власть молчала, а время шло, и дата приезда неумолимо приближалась. Пресса требовала ответа от власти. Самая массовая в те дни газета "Дейли миррор" обратилась на своих страницах к королеве Елизавете II, царствующей и ныне: *"Не слушайте своих советников". Пригласите к себе в Букингемский дворец первого человека, побывавшего в космосе. И это будет самым мудрым решением*", — писала газета. И ещё "Дейли миррор" опубликовала схему маршрута, по которому Юрий Гагарин проследует из аэропорта "Хитроу" в Посольство СССР и призвала лондонцев выйти и приветствовать гостя. Совет был принят и королевой, и жителями. Лондонцы устроили ему впечатляющую встречу. Десятки тысяч человек вышли на улицы Лондона.

Наш посол Александр Солдатов рассказывал, что Юрий принял приглашение королевы спокойно, без какого-либо внутреннего напряжения. "Словно он всю жизнь обедал с монархами", — отмечал посол. У английского поэта Р. Киплинга есть замечательное стихотворение — "Заповедь". Это назидание сыну: какими качествами надо обладать, чтобы стать Человеком. Английские школьники учат это стихотворение наизусть. *"Останься прост, беседуя с царями, останься честен, говоря с толпой",* — утверждал поэт. Гагарин был именно таким. Он рассказывал в беседе с королевой о полёте, о своих ощущениях в невесомости, о том, какой видится наша Земля из Космоса. Отвечал на вопросы понятно и ясно. Держался просто, естественно, с достоинством, оставался самим собой, не терялся в совершенно новой для него обстановке. Увидя уйму ножей, вилок, ложек и ещё бог знает чего вокруг тарелки, Юрий спросил королеву, в каком же порядке всё это используется. *"Я и сама толком не знаю",* — отвечала Елизавета II. Газеты писали, что она была очарована гостем.

Очаровал он и журналистов на пресс-конференции в Лондоне. Почти два часа они "пытали" его. Гагарин не уходил от вопросов, отвечал дружелюбно, непринуждённо, очень свободно и, что особенно ценят в Англии, с юмором. Я сидел рядом с Ольгой Франклин из "Дейли экспресс". "Откуда вы взяли такого чудесного парня?", — изумлялась она. Некоторые газеты даже гадали: а не потомок ли он князей Гагариных? Ответил Ольге Франклин, что Юрий и нам в СССР очень нравится, он сразу пришёлся по сердцу миллионам людей за свою искренность, непосредственность, удаль и неповторимую улыбку. За то, что он, сын гжатского плотника, безусловно, самый лучший, но один из нас.

Много лет спустя прочитал, как отзывалась о нём весьма авторитетная комиссия, проводившая аттестацию будущих космонавтов. Поучительное чтение. Стоит привести её выводы. Комиссия писала: *"Любит зрелище с активным действием, где превалирует героика, воля к победе, дух соревнования. В спортивных играх занимает место инициатора, вожака, капитана команды. Как правило, здесь играет роль его воля к победе, выносливость, целеустремлённость, ощущение коллектива. Любимое слово — "работать". На собраниях вносит дельные предложения. Постоянно уверен в себе, в своих силах. Уверенность всегда устойчива. Его очень трудно, по существу, невозможно вывести из состояния равновесия. Настроение обычно немного приподнятое, вероятно, потому, что у него юмором, смехом до краёв полна голова. Вместе с тем трезво-рассудителен. Наделён беспредельным самообладанием. Тренировки переносит легко, работает результативно. Развит весьма гармонично. Чистосердечен. Чист душой и телом. Вежлив, тактичен, аккуратен до пунктуальности. Любит повторять: "Как учили!". Скромен. Смущается, когда "пересолит" в своих шутках. Интеллектуальное развитие у Юры высокое. Прекрасная память. Выделяется среди товарищей широким объёмом активного внимания, сообразительностью, быстрой реакцией. Усидчив. Тщательно готовится к занятиям и тренировкам. Уверенно манипулирует формулами небесной механики и высшей математики. Не стесняется отстаивать точку зрения, которую считает правильной. Похоже, что знает жизнь больше, нежели некоторые его друзья. Отношения с женой нежные, товарищеские".*

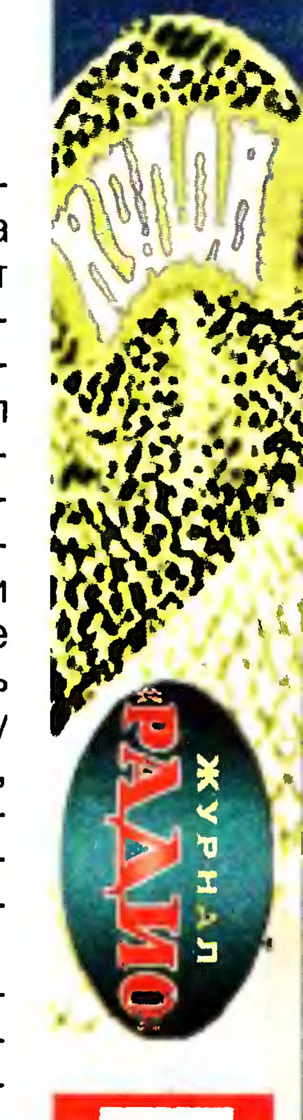
Разумеется, в первую группу космонавтов (и во все последующие, конечно) отбирали лучших. Но как из них выбрать самого лучшего? И на других характеристики были совсем не плохие. Примечательно, что сами будущие космонавты провели тайное рейтинговое голосование в своей группе. Наибольшее число баллов набрал Юрий Гагарин.

Один из мудрых англичан написал в дни пребывания Юрия Гагарина в Лондоне: *"Самое большое испытание для него впереди — испытание славой".*

Насколько я могу судить, Юрий Гагарин выдержал и это испытание.

Великие свершения невозможны без великих личностей.

(Окончание см. на 3-й с. обложки)





ВНИИРТ — от РУС-2 до "ПАНЦИРЯ-С1"

В. БАРТЕНЕВ, доктор техн. наук, г. Москва

В этом году старейшее отечественное оборонное предприятие Всероссийский научно-исследовательский институт радиотехники (ОАО ВНИИРТ) отметил юбилейную дату — 90 лет. За почти вековую историю этого предприятия менялись его названия ("Остехбюро", НИИ-20, НИИ-244, ЯРТИ, ВНИИРТ), но не менялось главное — его лидирующее положение в разработке различных радиотехнических систем и устройств. О достижениях этого НИИ и пойдёт речь в этой статье.

История создания ВНИИРТ

История ордена Трудового Красного Знамени Всероссийского НИИ радиотехники (ВНИИРТ) началась с момента создания в Ленинграде Особого технического бюро ("Остехбюро") во главе с Владимиром Ивановичем Бекаури (1882—1938). Талантливый инженер и изобретатель В. И. Бекаури (**фото 1**) родился 12 декабря 1882 г. в селе Али, в 90 км от города Тбилиси. В 1905 г. он закончил Михайловское железнодорожное училище, а в 1907 г. переехал в Петербург. Свой первый патент получил в 1910 г. на аппарат для обозначения времени на движущейся телеграфной ленте, второй — в 1914 г. на аппарат для регистрации и учёта простоев вагонов на железной дороге. К 1916 г. у В. И. Бекаури было уже 3 патента, затем их стало 16, и ещё 46 патентов им было получено в соавторстве. Уже это говорит о незаурядности молодого изобретателя.

Что интересно, не имея высшего образования, В. И. Бекаури стремился к новым знаниям, к пониманию сложных проблем, которые обсуждал с известными учёными. Ещё до создания "Остехбюро" В. И. Бекаури вместе с директором Государственного научно-технического института (ГОНТИ) академиком В. Н. Ипатьевым, профессорами В. И. Ковалевским, М. М. Тихвинским разработал проект экспериментальной мастерской по новейшим изобретениям (Эксмани). Мастерская была создана при ГОНТИ для консультаций изобретателей, конструирования и изготовления моделей новых образцов техники, создаваемых на основе заявок на изобретения. Заведующим мастерской был назначен В. И. Бекаури. Общее руководство мастерской осуществлял Учёный совет научно-технического отдела (НТО) ВСНХ РСФСР, возглавляемый профессором В. И. Ковалевским. В состав совета входили академик В. Н. Ипатьев, профессора В. Ф. Миткевич, М. М. Тихвинский, В. С. Игнатовский и техник по образованию В. И. Бекаури. Сейчас это кажется фантастическим, чтобы техник был в одном совете с профессорами. Но такое было время, объединявшее изобретателей, мечтателей и учёных в едином порыве к построению светлого будущего.

13 ноября 1920 г. председатель Совнаркома В. И. Ленин сделал запрос в отдел изобретений НТО ВСНХ о поступивших изобретениях, состоянии их внедрения. В ответ на запрос было сообщено о важных изобретениях, имеющих народно-хозяйственное значение, и в том числе — о радиоуправляемой мине В. И. Бекаури. 13 июля 1921 г. Совет труда и обороны (СТО) заслушал доклад В. И. Бекаури. 18 июля 1921 г. заместитель председателя СТО А. И. Рыков подписал Постановление № 231/276 об организации технического бюро во главе с В. И. Бекаури для выполнения работ "по новому военному изобретению". Малому Совнаркому предлагалось под смету, составленную В. И. Бекаури, выделить 25 млн рублей, определить штат технического бюро (50 рабочих и 27 специалистов и служащих). 9 августа 1921 г. дополнительно к Постановлению СТО В. И. Бекаури получает мандат № 10197 за подписями председателя СТО В. И. Ленина, председателя ВСНХ Н. П. Богданова и секретаря СТО Л. А. Фотиевой на создание технического бюро и отдельной мастерской. Эта дата и является днём рождения "Остехбюро" и его правоприемника НИИ-20, а затем и НИИ-244, ЯРТИ и ВНИИРТ.



Фото 1

К середине 30-х гг., кроме лаборатории радиоприёмной техники и телефугасов, в "Остехбюро" функционировали также лаборатории сухопутной телемеханики, инженерной телемеханики, шифровальной аппаратуры, импульсной радиосвязи, самолётной автоматики и вооружения. К этому времени "Остехбюро" превратилось в крупную научно-исследовательскую и проектно-конструкторскую организацию со специализированными отделами и конструкторскими бюро, с хорошей производственной и экспериментальной базой, мастерскими, заводами, плавсредствами (корабли и катера), аэродромом и самолётами. После перевода большей части лабораторий вместе с руководителем "Остехбюро" В. И. Бекаури в Москву 20 июля 1937 г. Приказом НКОП СССР "Остехбюро" было преобразовано в "Остехуправление", в состав которого вошли созданные НИИ-20 с оставшимся филиалом "Остехбюро" в Ленинграде, НИИ-22, несколько заводов в Москве и Ленинграде, а также экспериментальные базы на Копенском озере и под Севастополем. Однако в 1939 г. "Остехуправление" упраздняется и происходит следующее: НИИ-20 передают в 7-е, НИИ-22 в 8-е ГУ Наркомата авиационной промышленности, Ленинградский филиал НИИ-20 объединяют с НИИ-10 и уже как НИИ-49 передают в 4-е ГУ Наркомата Судпрома. С этого момента НИИ-20 (ныне ОАО Всероссийский НИИ радиотехники) получает самостоятельное дальнейшее новое развитие, сохранив славные традиции "Остехбюро".

Первые отечественные РЛС дальнего обнаружения

Предварительные поисковые и исследовательские работы в области радиолокации были начаты в СССР ещё в 1934 г. В это время Управление противовоздушной обороны заключило договор с Ленинградским физико-техническим институтом — ЛФТИ (директор академик А. Ф. Иоффе) на проведение исследований по измерению электромагнитной энергии, отражённой от предметов различных форм и материалов. Этому же институту совместно с ОКБ Управления ПВО РККА (руководитель П. К. Ощепков) поручалось изготовить передатчик и приёмник для проведения опытов по фактическому обнаружению самолёта по отражённой от него волне.

Все работы проводились по заранее составленному плану и рассматривались как дело большой государственной важности. Планировалась разработка двух типов радиолокационных станций (РЛС): непрерывного и импульсного излучения. Первое направление вылилось в появление РЛС "Ревень", первая партия которых под названием РУС-1 (радиоулавливатель самолётов) была принята на вооружение в 1939 г. и во время войны с белофиннами прошла боевую проверку. К 1939 г. появилась научная и экспериментальная база в ЛФТИ, и по второму направлению под руководством Ю. Б. Кобзарева (впоследствии академика) был создан макет импульсной РЛС "Редут" [1].

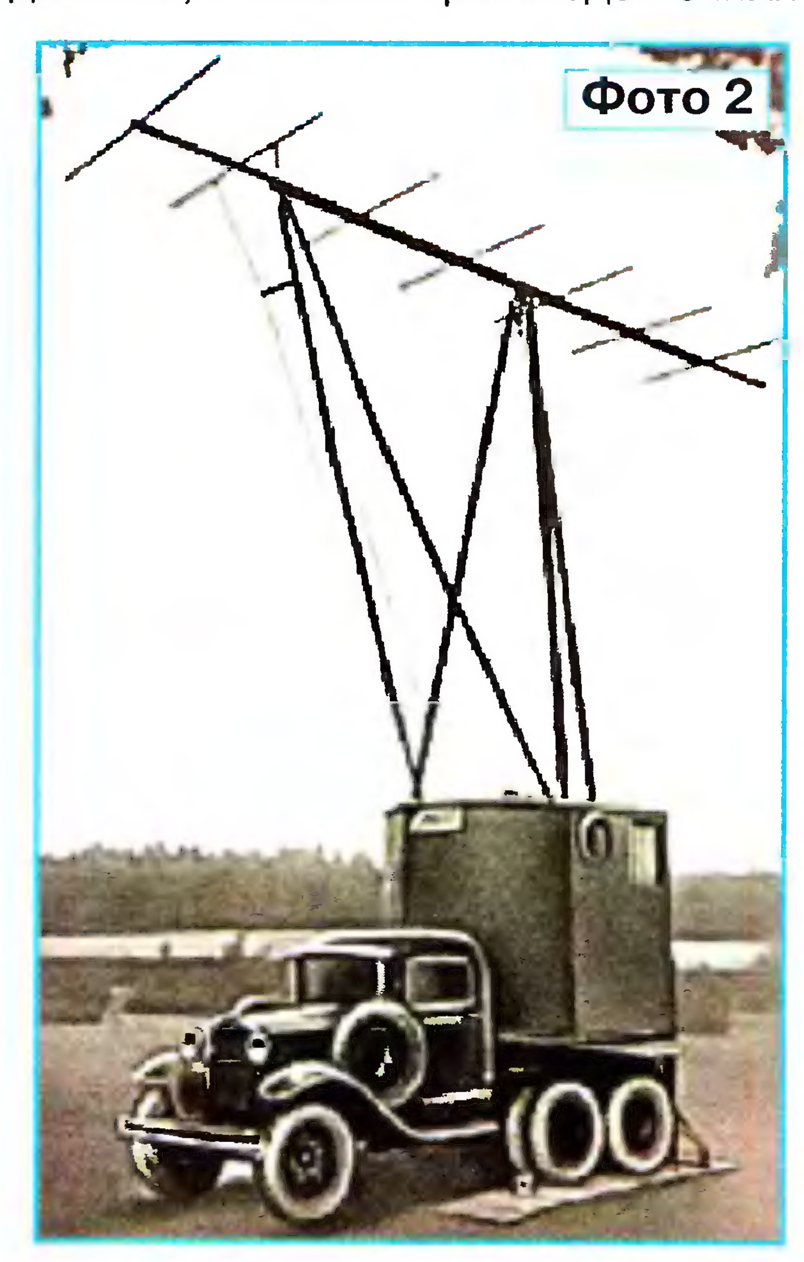
В развитии отечественной радиолокационной техники РЛС "Редут", по сравнению с РЛС "Ревень", была значительным шагом вперёд, поскольку позволяла не только обнаруживать самолёты противника на больших расстояниях и практически на всех высотах, но и непрерывно определять их дальность, азимут и скорость полёта. Кроме того, при круговом синхронном вращении обеих антенн станция "Редут" обнаруживала группы и одиночные самолёты, находившиеся в воздухе на разных азимутах и дальностях в пределах своей зоны действия и следила с перерывами по времени (один оборот антенны) за их перемещениями. Таким образом, с помощью нескольких таких РЛС командование ПВО могло наблюдать за динамикой воздушной обстановки в зоне радиусом до 100 км, определять силы воздушного противника и даже его намерения, подсчитывая, куда и сколько направляется самолётов. За научно-технический вклад в создание первой РЛС дальнего обнаружения Ю. Б. Кобзареву, П. А. Погорелко и Н. Я. Чернецову была присуждена Сталинская премия (1941 г.). В связи с низкой эффективностью выпуск РЛС РУС-1 ("Ревень") был прекращён.

Назрела настоятельная потребность в привлечении к разработке и изготовлению импульсных РЛС научно-исследовательской организации, имеющей опыт работы по созданию сложных радиотехнических систем. В качестве такой организации был выбран НИИ-20. Всю работу в НИИ-20 предполагалось разбить на ряд этапов, в том числе провести дополнительные испытания макета РЛС "Редут" ЛФТИ. Однако управление связи РККА внесло предложение в Комитет Обороны при СНК СССР о включении в план НИИ-20 срочного задания по созданию РЛС "Редут". Согласно этому заданию, НИИ-20 должен был разработать и изготовить, а затем представить на государственные испытания два образца РЛС в январе 1940 г.

Несмотря на огромные трудности — не было нужной измерительной аппаратуры, отсутствовала кооперация с внешними предприятиями по комплектующим изделиям, не было специальных автомобильных кузовов с вращающимися кабинами, аппаратуры синхронной передачи для обеспечения синфазного вращения кабин — к концу 1939 г. был разработан проект станции, а к апрелю следующего года изготовлены два опытных образца РЛС "Редут". Это был двухантенный вариант РЛС с двумя синхронно вращающимися кабинами. Совместные полигонные испытания прошли успешно. Приказом Наркома обороны от 26 июля 1940 г. станции под шифром РУС-2 были приняты на вооружение войск ПВО [2]. Разработка, регулировка, испытания первых двух образцов РЛС "Редут" в НИИ-20 проводились под руководством и при непосредственном участии А. Б. Слепушкина. Создать в столь сжатые сроки первую РЛС удалось отчасти потому, что за два года до этого А. Б. Слепушкин со своими сотрудниками проводил серьёзные исследования, связанные с созданием радиотелемеханической линии на ультракоротких сигналах.

В соответствии с постановлением Комитета Обороны при СНК СССР от 27 декабря 1939 г. НИИ-20 было поручено изготовить и сдать Наркомату Обороны 10 комплектов РУС-2. К 10 июня 1941 г. заказ был выполнен. В этом же году в НИИ-20 был создан опытный образец одноантенного варианта РЛС "Редут-41" (**фото 2**), который был испытан уже в боевых условиях. Одновременно с изготовлением и поставкой на фронт передвижных РЛС РУС-2 военным ведомством было принято решение и дано задание НИИ-20 разработать стационарный вариант станции для войск ПВО. Опытные образцы таких станций под названием "Пегматит" были разработаны в кратчайший срок, и к концу 1941 г. два комплекта РЛС под шифром РУС-2с ("Пегматит-2") были приняты на вооружение.

НИИ-20 в 1942 г., будучи в эвакуации в г. Барнауле, изготовил 10 комплектов опытных образцов и 50 комплектов серийных РЛС, причём с 13-го комплекта станция выпускалась модернизированной (главные конструкторы А. Б. Слепушкин, М. С. Рязанский). Это был трудовой подвиг коллектива НИИ-20. Сотрудники института работали недоедая, недосыпая, в тяжёлых производственных и бытовых условиях. Следует подчеркнуть, что уже первые радиолокационные станции дальнего обнаружения РУС-2 защищали небо Москвы в 1941 г., а при обороне Ленинграда в октябре—ноябре 1942 г. станциями РУС-2 и РУС-2с было обнаружено 7900 самолётов противника, из которых 2020 уничтожено [3].


Фото 2

В 1940 г. НИИ-20 было выдано задание на разработку РЛС для кораблей ВМФ. В том же году была изготовлена РЛС "Редут-К" (главный конструктор В. В. Самарин), и в апреле 1941 г. начался её монтаж на крейсере "Молотов". Следующей, более совершенной и с высокими техническими характеристиками была разработана станция обнаружения и наведения П-3 (главный конструктор М. С. Рязанский). В августе 1944 г. станция П-3 успешно прошла первые полигонные испытания, и в том же году институтом было изготовлено и передано в войска 14 комплектов РЛС П-3.

Разработка первого самолётного радиолокатора "Гнейс-2" проводилась НИИ-20 в эвакуации. Возглавлял эту работу В. В. Тихомиров. Учитывая настоятельные требования истребительной авиации в самолётной радиолокационной аппаратуре, разработка РЛС "Гнейс-2" институтом была завершена в рекордно короткие сроки. Постановлением ГКО от 16 июня 1943 г. радиолокатор "Гнейс-2" был принят на вооружение. НИИ-20 изготовило для ВВС в 1943 г. 227 комплектов "Гнейс-2".

В 1943 г. перед НИИ-20 была поставлена задача в кратчайший срок разработать корабельную радиолокационную станцию обнаружения надводных и воздушных целей, пригодную для вооружения кораблей ВМФ всех классов. Образец корабельной РЛС "Гюйс-1" (главный конструктор К. В. Голев) был создан, и в апреле—мае 1944 г. РЛС была испытана на эсминце "Громкий" в Баренцевом и Белом морях при волнении от 1 до 8 баллов. Трудно воздержаться от восхищения объёмом успешно выполненных работ "Остехбюро" — НИИ-20 за период с 1921 г. по 1945 г., а особенно в годы Великой Отечественной войны: до конца войны было выпущено 487 комплектов только РУС-2, РУС-2с. В 1944 г. Указом Президиума Верховного Совета СССР НИИ-20 был награждён орденом Трудового Красного Знамени.

В послевоенные годы в НИИ-20 начались работы по созданию когерентно-импульсных РЛС. Об этих разработках подробно рассказано в [4].

Первые мобильные низковысотные РЛС ПВО

В 1954 г. НИИ-20 переименовали в НИИ-244 Министерства радиотехнической промышленности СССР. Именно к этому времени относится создание мобильной РЛС "Тропа", работающей в диапазоне дециметровых длин волн, в которой для защиты от пассивных помех применялась когерентно-импульсная техника. В этой РЛС обеспечивалась защита от активных помех путём перестройки частоты передатчика, а также некогерентное накопление импульсов. Но главное преимущество этой РЛС состояло в способности обнаруживать низколетящие цели на высотах от 100 м. Благодаря удачной конструкции, а также мобильности эта станция завоевала большую популярность в войсках. РЛС "Тропа" была принята на вооружение в 1955 г. и выпускалась большими сериями на Муромском и Ульяновском радиозаводах. Это была самая массовая РЛС в СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кобзарев Ю. Б.** Создание отечественной радиолокации. — М.: Наука, 2007.
2. ВНИИРТ. Страницы истории. К 85-летию со дня основания. — М.: Оружие и технологии, 2006.
3. **Корляков В. В.** РУС-2 против Люфтваффе. — М.: Военно-промышленный курьер, 2006, № 27.
4. **Бартенев В.** Первые отечественные разработки аппаратуры когерентно-импульсной РЛС. — Радио, 2006, № 12, с. 4—7.

(Окончание следует)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18

Московский радиозавод в годы войны

Валерий ГРОМОВ (RA3CC), г. Москва

Окончание. Начало см. в "Радио", 2011, № 6

Новый 1942-й г. Московский радиозавод встречал в состоянии, не внушавшем оптимизма. В процессе эвакуации основного производства в Сарапул была выведена из строя отопительная система, сорвана электропроводка и выбиты стёкла в цехах, не действовали водопровод и канализация. Тем не менее оставшиеся в Москве работники завода не опускали рук и уже к середине декабря 1941 г. были готовы возобновить производство пехотных радиостанций.

Напомним, что в начале ноября 1941 г. Московский радиозавод стал называться заводом № 631 Наркомата электропромышленности. Приказом по НКЭП от 16 декабря 1941 г. вновь назначенному директору завода Ф. Н. Баранову было предписано за пять дней закончить разработку и утвердить технологию и производственные нормативы на новую армейскую радиостанцию РМ-8. На первый взгляд, сроки кажутся нереальными, если не знать, что РМ-8 — это практически та же радиостанция РЛ-6, которая уже выпускалась в блокадном Ленинграде с сентября 1941 г. В каждой радиостанции (**рис. 3**) использовались детали и узлы от двух бытовых радиоприёмников 6Н-1, включая и само шасси приёмника.

Никаких данных о выпуске РМ-8 на заводе № 631 обнаружить не удалось. Вполне вероятно, что эту радиостанцию в Москве так и не начали выпускать, потому что в декабре уже была готова к производству другая пехотная радиостанция 13-Р, разработанная московскими конструкторами под руководством Е. Н. Геништы. При изготовлении этих радиостанций также использовались детали и узлы от 6Н-1, но в гораздо меньшем количестве. Позже заводские технологи разработали оснастку для собственного производства необходимых деталей и узлов.

Радиостанция 13-Р выпускалась на Московском радиозаводе вплоть до конца войны, а развёрнутое в инициативном порядке производство этих радиостанций привело к тому, что 23 января 1942 г. Государственный Комитет Обороны издал постановление № 1192 *"О восстановлении производства войсковых радиостанций на заводе № 631 (быв. 203) Наркомэлектропрома в г. Москве"* [4].

В развитие этого постановления 28 января был издан приказ по НКЭП [1], предписывавший Н. И. Воронцову, директору сарапульского завода № 203, под личную ответственность передать в Москву, на завод № 631, до 100 единиц производственного оборудования и перевести туда 20 человек ИТР и квалифицированных рабочих, связанных с производством войсковых радиостанций РБ. Предлагалось также передать на московский завод № 631 весь задел по деталям РБ и на 100 комплектов узлов и деталей, входящих в РБ.



Рис. 3

Таким образом, речь в этом приказе шла вовсе не о 13-Р, а о восстановлении в Москве производства войсковых радиостанций РБ, которые Московский радиозавод выпускал до эвакуации в Сарапул. Однако никаких сведений о выпуске РБ в 1942 г. на заводе № 631 нами не обнаружено. Похоже, что возвращённые из Сарапула специалисты собрали привезённые ими 100 комплектов РБ, а затем они были использованы для расширения производства всё тех же радиостанций 13-Р.

Для Н. И. Воронцова приказ НКЭП от 28 января явился крайне неприятным сюрпризом, потому что в январе 1942 г. он ещё не смог развернуть производство радиосредств в Сарапуле. А тут нужно было снимать с фундаментов с таким трудом установленные станки и отправлять обратно в Москву квалифицированный персонал. Всё это выглядело крайне несправедливым, если учесть, что 7 января Воронцов направил в адрес секретаря ЦК ВКП(б), члена Государственного Комитета Обороны Г. М. Маленкова, подробную докладную записку [5], где он описывал отчаянное положение, в котором оказался завод № 203 после его эвакуации в Сарапул. Не такой реакции на свой крик о помощи ожидал от Москвы товарищ Воронцов...

Между тем и над московским заводом № 631 НКЭП сгущались тучи. В конце января 1942 г. будущий Маршал войск связи И. Т. Пересыпкин, который в то время совмещал посты Наркома связи СССР, начальника Главного управления связи Красной Армии (ГУСКА) и заместителя Наркома обороны СССР по связи, добился принятия Государственным Комитетом Обороны (ГОКО) постановления № 1217 *"Об организации производства полевых телефонных аппаратов в Москве"* [4]. Во исполнение этого постановления на базе одного из эвакуированных предприятий, располагавшегося в районе нынешней платформы "Новая" Казанской железной дороги, был создан завод № 1 Наркомата обороны, непосредственно подчинявшийся ГУСКА. Персонал и оборудование для завода № 1 НКО были доставлены из блокадного Ленинграда, с завода "Красная заря".

Однако армия нуждалась не только в полевых телефонах, но и в телеграфных аппаратах, для производства которых мощностей завода № 1 НКО было недостаточно. Поэтому 5 мая 1942 г., по инициативе И. Т. Пересыпкина, ГОКО принимает постановление № 1700 *"Об организации в Москве производства войсковых радиостанций, телеграфных аппаратов Бодо и автоматики Бодо"* [4], обязывавшее НКЭП передать в распоряжение ГУСКА завод № 631 со всем составом рабочих и инженерно-технических работников.

Московский радиозавод вновь был переименован и стал называться заводом № 2 НКО, а руководить им стали военные. В частности, на должность главного конструктора был назначен сотрудник НИИ связи Красной Армии Г. Т. Шитиков, который известен нам как разработчик первых советских УКВ радиостанций с частотной модуляцией А-7, А-7-А и А-7-Б. К маю 1942 г. Шитиков уже имел опытные образцы УКВ ЧМ радиостанции А-7, но на заводе № 2 НКО он поначалу занимался исключительно производством войсковых КВ радиостанций 13-Р.

Созданием переносной УКВ ЧМ радиостанции Шитиков занимался с сентября 1941 г., когда вопрос о переводе низовой радиосвязи Красной Армии на УКВ был впервые поставлен И. Т. Пересыпкиным. Однако вплоть до августа

РАДИО®
Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

1942 г. о развёртывании производства новой модели радиостанции не могло быть и речи, поскольку радиозаводы не обеспечивали нужды Красной Армии даже теми радиосредствами, производство которых уже было налажено.

Тем не менее, бывая на войсковых испытаниях КВ радиостанций, Шитиков отметил, насколько трудно было установить с их помощью надёжную связь хотя бы на 10—15 км. Он настоял на многочасовых сравнительных испытаниях радиостанции 13-Р и своей А-7 с участием руководства ГУСКА и убедил присутствующих в безусловных преимуществах УКВ ЧМ радиосвязи. Вот тогда-то и появился приказ заместителя Наркома обороны И. Т. Пересыпкина о немедленной организации на заводе № 2 НКО производства переносных УКВ радиостанций с частотной модуляцией.

Опытная партия радиостанций А-7 в количестве 50 штук была выпущена уже к концу октября, а с начала 1943 г. радиостанции А-7 выпускались серийно. Радиостанции первых выпусков имели не только телефонный, но и телеграфный режим. Единственный известный образец такой радиостанции (**рис. 4**) сегодня можно увидеть в Военно-историческом музее артиллерии, инженерных войск и войск связи в Санкт-Петербурге, а более поздний вариант А-7, выпускавшийся до середины 1943 г., имеется в экспозиции Радиомузея РКК. В марте 1943 г. за эту разработку Г. Т. Шитикову была присуждена Сталинская премия.



Рис. 4

Однако заводчане не смирились с переориентацией производства исключительно на выпуск войсковых радиостанций. Ведь до начала войны Московский радиозавод был монополистом в производстве сложной радионавигационной аппаратуры для авиации и к середине 1943 г. был готов возобновить это производство. К этому времени в Москву из Сарапула вернулись более половины эвакуированных рабочих и ИТР.

Уже в начале 1943 г. советская авиапромышленность выпускала боевых самолётов больше, чем радиопромышленность поставляла для них радионавигационной аппаратуры. Чтобы устранить эту диспропорцию, 29 марта ГОКО принимает постановление № 3089 *"Об увеличении производства самолётной радиоаппаратуры"* [4], в котором предписывает вернуть завод № 2 НКО, т. е. Московский радиозавод, в ведение Наркомата электропромышленности.

И. Т. Пересыпкин пытается протестовать, пишет лично товарищу Сталину и просит пересмотреть решение ГОКО, опасаясь, что с передачей завода № 2 в НКЭП будет потеряна последняя крупная база производства войсковых радиостанций. Однако И. В. Сталин отказывает Пересыпкину, наложив на записке резолюцию: "Завод будет выполнять ваши заказы. Решение ГОКО от 29.3 остаётся в силе".

Московский радиозавод в очередной раз переименовывают. Отныне и до конца войны он будет называться Государственный Союзный завод № 528 НКЭП. Наркомат электропромышленности получает задание в кратчайшие сроки восстановить на заводе № 528 производство самолётных радиополукомпасов РПК-2 и РПК-10, сохранив при этом производство войсковых радиостанций на уровне фактического их выпуска в первом квартале 1943 г.

Несмотря на передачу завода в ведение НКЭП, его главным конструктором по-прежнему оставался Г. Т. Шитиков, пришедший туда годом ранее из НИИ связи Красной Армии. Отношение кадровых сотрудников завода к Шитикову было не особенно тёплым, но тем не менее он продолжал совершенствование своих УКВ ЧМ радиостанций. В середине 1943 г. на заводе № 528 началось производство упрощённой модели А-7-А, документация на которую была также передана в Ленинград и Новосибирск. Осенью 1944 г. Шитиков вопреки указаниям руководства завода не прекращает, а успешно завершает работу над новой моделью А-7-Б, однако окончательно портит отношения с заводским начальством и возвращается в родной НИИС КА.

В своих воспоминаниях Г. Т. Шитиков пишет, что производство радиостанций А-7-Б было всецело связано с Ленинградским заводом имени Козицкого. Однако это тот случай, когда коллекционер старой военной аппаратуры может поправить автора мемуаров. В Радиомузее РКК имеется образец А-7-Б выпуска 1945 г. с этикеткой московского завода № 528, и в других коллекциях есть радиостанции А-7-Б с такими же этикетками, выпущенные для народного хозяйства в конце 1945-го. Так что производство этих радиостанций на московском радиозаводе продолжалось и без Шитикова. Что же касается Ленинграда, то самые ранние из выпущенных там образцов А-7-Б датируются 1946 годом.

До самого конца войны завод № 528 продолжал выпускать и войсковые радиостанции 13-Р, разработанные в конце 1941 г. Но основной его продукцией вновь стала радионавигационная аппаратура для авиации. Как указано в книге Г. С. Гендина "История московского радиозавода" [1], за годы войны завод выпустил столько навигационной аппаратуры, что её хватило бы для оснащения 800 авиаполков.

В День Победы, 9 мая 1945 г., Указом Президиума Верховного Совета СССР за успешное выполнение заданий Государственного Комитета Обороны по освоению и серийному выпуску новой радиоаппаратуры для нужд Красной Армии завод № 528 Народного комиссариата электропромышленности был награждён Орденом Ленина.

ЛИТЕРАТУРА

4. Постановления Государственного Комитета Обороны. — <**http:// www.soldat.ru/ doc/gko/**>.

5. Архив музея ОАО "Сарапульский радиозавод".

Радиомузей РКК
Сайт: http://www.rkk-museum.ru
Контактная информация:
Телефон (495) 744-10-70
E-mail: <museum@rkk.ru>

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

Космический Интернет

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Всякий существующий порядок приходится непрерывно наводить".

(из руководства для консультантов)

История спутникового ШПД

Строительство первого в мире телекоммуникационного искусственного спутника Земли (ИСЗ) "Telstar-1", предсказанного Артуром Кларком и запущенного 10 июля 1962 г., обошлось в 6 млн долл. Проектирование спутника началось осенью 1960 г. Он имел вид шара диаметром 88 см, питался от 3600 солнечных элементов и передавал ТВ сигнал, телефонные, телеграфные и радиосообщения по всей территории земного шара. Первый телефонный разговор через спутник состоялся между тогдашним председателем совета директоров компании **American Telephone and Telegraph** (AT&T) Фредом Каппелем и вице-президентом США Линдоном Джонсоном. На орбите "Telstar-1" проработал всего 7 месяцев, но успел поучаствовать в прямых трансляциях бейсбольных матчей, концертов, репортажей с Всемирной выставки в Сиэтле и пресс-конференций президента США. Через "Telstar-1" шёл обмен видеотрансляциями между США и 16 европейскими странами. Оборудование спутника позволяло одновременно передавать либо один телевизионный канал, либо около 500 телефонных разговоров. Потом в СССР и США заработал "конвейер" по производству телекоммуникационных ИСЗ, которые со временем "научились" передавать свыше 500 ТВ каналов и десятки тысяч телефонных вызовов. Однако в XXI веке и этого оказалось мало, потому что телевидение неуклонно вытесняется Интернетом.

Архитектура сетевых решений для организации доставки спутникового ШПД довольно проста: на поверхности планеты устанавливается центральная станция спутниковой связи (телепорт/hab) с выходом в Интернет, а на геостационарную орбиту выводится ИСЗ-ретранслятор, через который сигнал с телепорта поступает на всю зону покрытия этого спутника, где каждый владелец абонентской станции может получить соответствующее обслуживание. Для организации обратного канала используются телефонные сети, сети кабельного ТВ, выделенные каналы или (что чаще всего) наземные сети беспроводной связи, а также связь через ИСЗ.

В одну сторону

Односторонний Интернет, разумеется, дешевле, поскольку не требует наличия в абонентском терминале передатчика, который и дороже, и требует разрешений. В качестве обратного канала в одностороннем Интернете чаще всего используется GPRS-сервис мобильных операторов стандарта GSM или модемное соединение по телефонной линии, что, разумеется, "истинно" современным сервисом уже назвать затруднительно. Часто такой доступ называется "комбинированным" потому, что построен на использовании двух разных каналов для входящего и исходящего трафика. Входящий трафик (т. е. сами ресурсы сети Интернет — страницы сайтов, скачиваемые файлы) поступает через спутниковый канал. А исходящие данные (запросы на загрузку страниц, исходящие сообщения) передаются через любое другое подключение (мобильный телефон с GPRS, модем, выделенную линию и т. д.)

Преимущество такой комбинации в том, что она позволяет совместить высокую скорость работы в Интернете с относительно низкой оплатой. "Широкий" спутниковый канал без задержек пропускает "большой" входящий трафик (к примеру, со скоростью до 3 Мбит/с) и обходится пользователю очень недорого. А исходящий трафик, как правило, имеет небольшой объём (в 20—100 раз меньше входящего), что позволяет быстро передавать его даже через недорогие "узкие" каналы. Кроме того, специализированное ПО дополнительно ускоряет и "сжимает" исходящий трафик по отношению к входящему, что также снижает расходы.

Односторонний спутниковый Интернет популярен в Азии, Северной Африке, странах СНГ, где, как правило, наземная инфраструктура крайне не развита и сочетается с монополизмом и дороговизной местных телекомов. Расцвет отечественного рынка одностороннего Интернета начался в начале XXI века после широкого проникновения сетей GSM-операторов с сервисом GPRS в пригороды, малые и средние города, где в то время Интернета практически не было. Также большую роль сыграло то, что в 2003—2004 гг. практически одновременно было запущено несколько российских ИСЗ с хорошей энергетикой, обеспечивающей качественный приём на антенны диаметром до 90 см. Избыток космического сегмента в этот период позволил операторам одностороннего Интернета арендовать его со значительными скидками. Важную роль в развитии этого рынка специалисты обычно отводят компании **"Радуга Интернет"**, сделавшей упор на легализацию сервиса, работу под лицензиями Минкомсвязи России и имеющей достаточно развитую систему техподдержки. Именно эта компания вывела на рынок абонентское устройство (set-top box) с использованием всех наиболее популярных способов организации обратных каналов, что в значительной мере сняло проблемы и сложности абонента с подключением.

Особенностью одностороннего Интернета является крайняя простота для потенциального оператора, и поэтому таких операторов уже существует довольно много. Надо лишь иметь процессинго-биллинговый комплекс, который позволяет зачислять и списывать средства абонента с его счёта, регулировать скорость доступа в Интернет и осуществлять подсчёт скачанного абонентом трафика и его стоимость. Всё остальное (телепорт со станцией для организации канала связи, ресурс пропускной способности на спутнике, а также наземные каналы в Интернет) можно взять в аренду у действующих операторов связи. Простота вступления в бизнес порождает сильную конкуренцию среди игроков одностороннего Интернета, причём борьба идёт в основном вокруг одного — тарифов. Далее вступает принцип тотальной экономии оператора на всех расходах, и в первую очередь на технической поддержке абонента, а потом и качестве доступа, что абонент иногда замечает. Но самое дешёвое — не всегда хорошее.

Организация не только приёма радиосигнала, но и приёма платежей через партнёров или системы электронных платежей приводит к тому, что подобный сервис становится "воистину безграничным", т. е. значение госграницы для него какого-либо значения не имеет. Отсутствие передающего спутникового оборудования "выводит" абонентов из-под надзорных органов, а оператора — из-под лицензируемой деятельности в области связи. Правда, для абонентов переход от одного оператора к другому иногда даже не связан с перестройкой антенны, а только с прописыванием новой частоты приёма на DVB-карте (если связь осуществляется через тот же ИСЗ). Поэтому наиболее "изощрённые" абоненты подписываются сразу на услуги нескольких операторов, гибко отслеживая тарифы или новые сервисные предложения.

В обе стороны

Двусторонний спутниковый ШПД сегодня часто ассоциируется с аббревиатурой VSAT (Very Small Aperture Terminal), но это не совсем верно. Ведь эта "малая спутниковая наземная станция" использовалась для двусторонней спутниковой связи ещё до появления WWW. Кстати, по меркам "космических связистов" малой считается антенна диаметром менее 2,5 м.

На самом деле история сетей VSAT начинается с запуска первых спутников связи и обязана своим прогрессом бизнесу и экономике. В конце 60-х годов в ходе экспериментов со спутником АТС-1 была создана экспериментальная сеть спутниковой телефонной связи на Аляске из 25 наземных станций, установлен-

НАУКА И ТЕХНИКА

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО № 9, 2011

ных в небольших посёлках. Эксперимент оказался успешным, и его решили развивать. Однако в то время самая "маленькая" спутниковая станция имела антенну диаметром 9 м и стоила около 500 тыс. долл. Заказчики были не в восторге и поставили условие: диаметр антенн должен быть не более 4,5 м, а цена — не более 50 тыс. долл. Компания **California Microwaves** сумела первой выполнить эти условия, но идея создания ещё более малогабаритных и дешёвых станций осталась. В 1979 г. группа разработчиков учредила компанию **Equatorial Communications Company**, которая и стала первой в мире компанией по разработке систем VSAT.

Разработчикам надо было решить две серьёзные проблемы. Во-первых, в то время коммерческие спутники связи имели недостаточную мощность, чтобы работать со стандартными земными станциями с диаметром зеркала антенны менее 3 м. Вторая проблема — создание недорогого высокостабильного электронного оборудования. Первую проблему удалось решить, применив кодовое разделение каналов (CDMA), но это отнюдь не означает, что сегодня в VSAT не применяют и других технологий. Проблема стабильности электронной аппаратуры была решена применением недорогого микропроцессорного узла с автоподстройкой частоты и фазы.

Опытный образец чисто приёмной спутниковой станции, разработанной на этих принципах, был готов в 1979 г. Она имела антенну диаметром всего 60 см и стоила около 2000 долл. Даже по сегодняшним меркам это инновационное решение не потеряло своей изящности. Первые несколько тысяч таких приёмных станций использовались в сети распределения биржевой и ценовой информации, что в век отсутствия Интернета было очень ценным. Работы над интерактивными малогабаритными станциями спутниковой связи начались в 1982 г. Именно тогда и появился сам термин VSAT. Первые прототипы были испытаны в конце 1983 г. В 1984 г. была создана экспериментальная сеть VSAT, а в 1985 г. начались коммерческие поставки VSAT.

Первые интерактивные VSAT имели антенны диаметром 1,8 м и стоили около 6000 долл. Они были спроектированы для поддержки транзакций, и первым заказчиком сети стала фермерская страховая компания **Farmers Insurance**. Первые успехи **Equatorial** в создании экономически эффективных систем спутниковой связи на базе VSAT дали толчок к появлению нескольких компаний-поставщиков оборудования VSAT. Пошло быстрое развитие рынка, и резко пошла вверх конкуренция. И только тогда крупнейшие телекомы заметили рынок VSAT, и там начались слияния и поглощения. **AT&T** приобрела **Tridom**. **Linkabit**, пионер создания VSAT Ku-диапазона, слилась с **M/A-COM**, которая стала ведущим поставщиком оборудования VSAT. Впоследствии **Hughes Communications** приобрела отделение у **M/A-COM**, и родилась известная компания **Hughes Network Systems** (HNS). **Scientific-Atlanta**, изготовитель больших станций спутниковой связи, включилась в производство оборудования VSAT после приобретения **Adcom**. **Equatorial** слилась с **Contel**, которая одновременно приобрела VSAT-отделение **Comsat**, а потом **GTE Sapacenet** приобрела **Contel**. Затем разработчики из объединённой **Contel** создали для производства VSAT компанию **Gilat Satellite Networks Ltd**. Так ещё 20 лет назад сформировался основной пул игроков на рынке производства VSAT.

Следует отметить, что в своё время многие страны, имеющие "сложную" территорию с пустынями, горами, лесами и островами, решили "самые острые" телекоммуникационные проблемы с помощью развёртывания сетей VSAT. К примеру, в середине 90-х годов США использовали VSAT в удалённых населённых пунктах (а также в охотничьих домиках, сторожках лесников, метеостанциях, автозаправках и пр.) для организации телекоммуникационного обслуживания. В России, кстати, порядка 40 тыс. населённых пунктов до сих пор лишены связи, и эта проблема также во многом будет решаться с помощью VSAT.

Военные спутниковые сети компании **TS2 Satellite Technologies** расположены практически во всех точках присутствия войск США, которые нетрудно найти в Интернете. Это постоянно работающая связь, доступная практически в любом месте и приемлемая по цене. Портативный компьютер или сеть WLAN может работать через специальный спутниковый модем VSAT. Для солдат, размещённых в странах, которые находятся в состоянии войны, одна точка доступа VSAT обеспечивает широкополосный доступ в Интернет, телефонные соединения, включая VoIP, теле- и видеоконференции на основе IP-протокола. Кроме того, солдаты могут передавать данные одновременно множеству других пользователей, а находящиеся на одной базе пользователи имеют возможность общего доступа к соединениям. Дополнительно компания предоставляет спутниковые телефоны Thuraya, Iridium и Inmarsat, которые в этом регионе мира часто оказываются единственным средством связи.

Современные VSAT работают, как правило, в Ku-диапазоне (11/14 ГГц — одно значение частоты — на приём, другое — на передачу). Существуют также системы, использующие C-диапазон (4/6 ГГц). В течение 2010 г. многими компаниями было объявлено о проектах создания систем VSAT в Ka-диапазоне, ориентированных на предоставление услуг доступа к ресурсам сети Интернет (**WildBlue**, **HughesNet**, **iPSTAR**, **Eutelsat**, **Aranti**, **Inmarsat Global Express**, **YahClick**), включая предоставление услуг вещания. В первую очередь, такие системы ориентированы на физических пользователей, число которых в системе может достигать сотен тысяч и даже миллионов, но интересы корпоративных заказчиков или военных тоже не забыты. В **таблице** приведены диапазоны частот спутниковой связи согласно классификации IEEE (Институт инженеров по электротехнике и электронике).

Зачем нужен Ka-диапазон для VSAT? Да потому, что там, согласно Регламенту Радиосвязи, исключительно для "космоса" имеется доступная полоса пропускания более 3 ГГц (недоступная другим радиосредствам). И это многое объясняет. А планируемая пропускная способность лишь одного нового российского спутника для организации ШПД в 60 Гбит/с превосходит пропускную способность всей (!) спутниковой группировки РФ.

В широко используемых до сего дня Ku- и C-диапазонах практически не осталось свободных спутниковых ресурсов, что также обусловливает интерес рынка к Ka-диапазону. Основная российская проблема заключается в отсутствии иностранных спутников, "хорошо захватывающих" в Ka-диапазоне территорию России, а коммерческая эксплуатация российских систем начнётся не раньше 2015 г. Одним из главных отличий VSAT Ka-диапазона является "более широкополосный" канал и, соответственно, пропускная способность спутника должна быть выше. Для решения проблемы обслуживания огромного количества пользователей современные ИСЗ используют многолучевую технологию, которая позволяет:

- многократно использовать выделенную полосу частот, чередуя полосы частот цифровых потоков и поляризации в лучах, при формировании рабочей зоны обслуживания;
- достичь предельных (с учётом физической реализуемости космического сегмента) показателей энергетики абонентской радиолинии (сигнал/шум более 11...12 дБ), обеспечивая работу с антеннами VSAT от 0,45 м (иногда и менее, например, проект Inmarsat Global Xpress).

В результате зона покрытия представляет собой не единое "пятно", а разбита на десятки самостоятельных "пятен", напоминающих покрытие сотовой сети. Подобное переиспользование радиочастотного ресурса позволяет говорить об "общем спутниковом канале" в 50...100 Гбит/с, что сравнимо с техническими характеристиками волоконно-оптической линии.

Одной из наиболее важных системных проблем является формирование зоны обслуживания, в которой пропускная способность системы распределена по лучам локальных зон в соответствии с плотностью распределения абонентов. Оптимизация этого процесса непосредственно связана с рациональным использованием ресурсов массы и энергетики спутника, выделенных для полезной нагрузки. Анализ возможных решений показывает, что

Диапазоны частот

Условное название диапазона	Частотный диапазон, ГГц	
	Диапазон частот РЛС	Диапазон частот в спутниковой связи
L	1,0—2,0	—
S	2,0—4,0	—
C	4,0—8,0	4,0—7,0
X	8,0—12,0	7,0—10,7
Ku	12,0—18,0	10,7—18,0
Ka	18,0—26,5	18,3—20,2
K	26,5—40,0	27,5—31,5

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

использование равномерной сетки сверхузких лучей (0,3...0,5 град.) оправдано для формирования зоны обслуживания с очень высокой (более 100 чел/км^2) равномерной плотностью распределения потенциальных абонентов. В этом случае предполагается безусловное наличие достаточного числа потенциальных пользователей в локальной зоне любого луча. Если плотность распределения принципиально неравномерна, такое решение ведёт к бесцельным затратам ресурса и высоким коммерческим рискам. Одним из наиболее очевидных решений формирования рабочей зоны, обеспечивающих приближение к функции распределения плотности абонентов, является применение в лучах сразу трёх или четырёх частотных литер в сочетании с двумя ортогональными поляризациями. В результате появляется возможность в одну группу локальных зон направить частотный ресурс как бы двух—четырёх лучей в одном луче, в другую группу — ресурс только одного луча, а например, для двух малонаселённых локальных зон распределить ресурс одного луча. В результате ресурс спутника можно перераспределить более оптимально.

Следующие проблемы заключаются в том, что по сравнению с другими диапазонами спутниковой связи Ка-диапазон имеет более высокие потери сигнала в атмосфере. Кроме этого, чем меньше угол места на спутник, тем больше должен быть запас мощности сигнала на погодные условия. Минимальное рекомендуемое значение этого угла для Ка-диапазона составляет 15 град. для сервиса ШПД. Данная особенность накладывает существенные ограничения на использование Ка-диапазона на геостационарных спутниках при расположении станций выше параллели 66,5 град. Именно поэтому для заполярных широт наиболее надёжным в плане качества канала связи для VSAT остаётся С-диапазон.

И последнее — поскольку зона покрытия в Ка-диапазоне значительно уже, чем в Ku- или С-диапазоне, а также с учётом специфики построения этих зон ("сотовая" многолучевая структура покрытия и широкая полоса пропускания спутника), для неё потребуется организация целой сети телепортов, работающих на конкретный регион (регионы) и соединённых между собой оптическими наземными каналами.

Коммерческая деятельность

Идея коммерческого использования Ка-диапазона в США (а позднее и в Европе) перешла в стадию практической реализации благодаря правительственным проектам в 2003—2005 гг., когда стали появляться спутники с зональными лучами над территорией США и Канады. ШПД со спутника Ка-диапазона имел значительный успех в США в течение последних нескольких лет. Кстати, до сих пор в США существует множество домохозяйств и малых офисов с низким уровнем обслуживания даже без возможности DSL-подключения. Это число оценивается в 11 млн домохозяйств (т. е. потенциальный объём абонентской базы, достаточный для пяти или более спутников).

Первыми операторами, которые начали использовать Ка-диапазон в коммерческих целях для широкополосного доступа, были **HNS** и **WildBlue** (на сегодня обслуживают совместно около 800 тыс. абонентов). **HNS** использовала свой спутник Satellite SpaceWay3 со встроенной обработкой, обеспечивающей организацию связи между лучами на спутнике. **WildBlue** применила подход "прозрачного ретранслятора" с более высокой пропускной способностью и основала своё сервисное предложение на новом продукте ViaSat под названием Surf-Beam, базирующееся на DOCSIS (стандарт для сетей кабельного ТВ), используя ресурс компании **Telesat** на спутнике ANIK F2. Затем дополнительно был запущен свой целевой спутник WildBlue-1.

Абоненты платят примерно 60 долл. в месяц за широкополосный сервис, который при всех своих плюсах всё же уступает среднему DSL-сервису (доступ в Интернет через телефонную линию), ограничивая как объём трафика, так и скорость, предоставляемую абонентам. Например, кабельные сети в США имеют показатель "переподписки", определяющий удельную скорость на абонента, примерно 30 кбит/с. Компании **Hughes** и **WildBlue** имеют этот показатель на уровне 10 кбит/с.

Кстати, **HNS** объявила, что следующий спутник Ка-диапазона, планируемый к запуску в 2012 г., будет основан на концепции с "прозрачными стволами" и будет иметь общую пропускную способность 100 Гбит/с, что позволит получать 10...15 Мбит/с на антенну диаметром 0,6 м.

Российские варианты

Двусторонний спутниковый Интернет на базе VSAT — один из самых молодых сегментов российского телекоммуникационного рынка. Его появление в 2003—2004 гг. связано с двумя событиями. Первым стало обновление российской спутниковой группировки — запуск ИСЗ с высокой энергетикой (ЭИИМ 48...49 дБВт), что позволило начать массовое использование антенн диаметром 1,2 м и существенно удешевило подключение к услуге. Вторым событием стало принятие Государственной комиссией по радиочастотам (ГКРЧ) в декабре 2004 г. "Решения об упрощённой процедуре", которое сократило сроки и стоимость получения разрешения на частоты. На эти два события наложился и начавшийся бум VSAT за рубежом, появление платформ DirecWay (**Hughes**), LinkStar (**ViaSat**), SkyStar (**Gilat**), у которых стоимость комплекта (передатчик + модем) приблизилась к 1000 долл.

С 2004 г. по 2007 г. продолжался бурный рост VSAT-сетей, и за один только 2007 г. их число утроилось, главным образом, за счёт нацпроекта "Образование" и госпрограммы "Универсальная услуга связи". Основная проблема российского рынка ШПД на период 2009—2011 гг. заключается в остром дефиците высокоэнергетических транспондеров Ku-диапазона, что очень ограничивает возможности его развития и снижения цен операторами за счёт роста их абонентской базы. Кстати, в РФ работают три VSAT-оператора, занимающихся одновременно и односторонним, и двусторонним доступом в Интернет — это **Евроком** (бренд StarBlazer), **Рейс Телеком** (SPIN) и **ВебМедиаСервисез** (HeliosNet).

В настоящее время в России планируется создание сети спутникового ШПД в Ка-диапазоне под названием "Российская спутниковая система высокоскоростного доступа" (РСС-ВСД), оператором которой будет компания **РТКомм**. Проект одобрен Комиссией при Президенте РФ по модернизации и технологическому развитию страны. Системный проект завершён осенью 2010 г.

Пока проект РСС-ВСД лишь готовится к реализации, демонстрация системы двустороннего спутникового ШПД Tooway была проведена в РФ во время недавней выставки Связь-Экспокомм-2011, о чём уже сообщалось в нашем журнале. Напомним, Tooway работает через новый спутник KA-SAT-1 (82 луча в Ка-диапазоне), четыре луча которого захватывают территорию РФ. Это самый крупный спутник в группировке европейского оператора **Eutelsat**, а его пропускная способность 70 Гбит/с сравнима с пропускной способностью всех остальных 28 спутников этого оператора.

Первый этап РСС-ВСД будет реализован на основе запуска спутников "Экспресс-АМ5" и "Экспресс-АМ6", которые разрабатываются и изготавливаются **ОАО "ИСС"** совместно с **ФГУП "НИИ радио"** и канадской фирмой **MDA**. Эти спутники будут иметь по 12 транспондеров Ка-диапазона, а зоны их обслуживания в регионах с относительно высокой по меркам России плотностью населения будут сформированы десятью узкими лучами многолучевых антенн, обеспечивающими соответственно покрытие западной и восточной территорий РФ. В составе модуля полезной нагрузки этих ИСЗ будут также применены стандартные транспондеры С- и Ku-диапазонов.

На втором этапе предполагается создать целевые спутники Ка-диапазона, которые "накроют" свыше 90 % территории страны и должны обеспечить работу до двух млн подписчиков. При этом в качестве целевых показателей приняты условия: цена абонентского терминала должна быть не более 8000 руб., а цены трафика и скорости каналов должны быть соизмеримы с теми, которые предоставляются на основе наземных сетей. Специалисты, однако, отмечают, что лишь, когда в России будут запущены спутники с большим числом лучей, а произойдёт это не ранее 2014—2015 гг., и будет упрощена разрешительная процедура на использование передающего оборудования VSAT, можно будет говорить о полноценном коммерческом использовании Ка-диапазона и переводе его в массовую услугу на отечественном рынке. Будем ждать.

Тысяча лиц цифрового телевидения

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Один хороший поворот приносит большую часть одеяла".

(из краткого словаря для начинающих олигархов)

Редакция продолжает публикацию материалов, посвящённых цифровому телевидению. Сегодня пойдёт речь о причинах перехода на цифровое вещание, о его становлении и о сегодняшних стандартах наземного, кабельного, спутникового и мобильного цифрового телевидения.

Сегодня трудно представить, что первый проект, в котором были заложены основы современного телевидения, был сделан ещё до появления радиосвязи — в 1884 г. Паулем Нипковом. И когда в результате конвергенции телевизионной и радиотехники родилось и впервые пришло к людям эфирное ТВ вещание, оно стало поистине уникальной услугой. Потому что к абонентам теперь приходили персонажи как реальной, так и придуманной жизни.

В борьбе за это...

Телевидение всегда стремилось к хорошему качеству изображения на экране. Когда в 1926 г. американец Джон Бэйрд продемонстрировал группе американских инвесторов электромеханическое телевидение и назвал ящик с экраном "телевизором", инвесторы посмеялись над мутным светло-серым пятном на экране и попросили показать там хотя бы доллар. Д. Бэйрд быстро доработал установку и показал им на экране доллар. А в 1928 г. продемонстрировал даже цветное (!) электромеханическое ТВ, но с точки зрения качества изображения это был тупик, поскольку различать поющего мужчину и танцующую женщину — это ещё далеко не всё, что хотелось бы телезрителям. Далее прогресс пошёл по пути электронного ТВ Файло Фарнсуорта, Владимира Зворыкина и др., в результате чего доллары у Д. Бэйрда остались только те, что были на экране. С тех пор в борьбе за качество изображения, передаваемого по сетям связи, достигнуты небывалые высоты, в чём есть заслуга и цифрового ТВ.

Говорят, что если на экране телевизора показывать цифры, то это тоже будет цифровым телевидением. А если серьёзно, то цифровое телевидение (Digital Television, DTV) — это способ передачи видео- и аудиосигналов от ТВ передатчика к ТВ приёмнику с помощью цифровых сигналов, закодированных и скомпрессированных (сжатых) по специализированным алгоритмам. Применение цифрового ТВ позволяет существенно увеличить число передаваемых ТВ программ, уменьшить мощность передатчиков, повысить помехоустойчивость и т. д. Преимущества цифрового ТВ не только в этом — цифровые технологии позволяют хорошо "поработать" с изображением.

Кстати, о сжатии — если преобразовать в "цифру" простой аналоговый ТВ сигнал, то окажется, что для его передачи необходимо выделить канал связи пропускной способностью примерно 150 Мбит/с. С точки зрения расходования ресурса сетей связи это крайне неэкономично. Зато применение представителей семейства алгоритмов сжатия MPEG позволяет передать практически без видимой потери качества тот же сигнал со скоростью 1,5...5 Мбит/с (в зависимости от динамики происходящего на экране). Теперь в одном аналоговом ТВ канале можно передать сразу несколько цифровых ТВ программ. К тому же современные алгоритмы сжатия являются динамическими, т. е. могут менять скорость передачи информации в зависимости от передаваемого действия — для статичной картинки ("говорящая голова" диктора) достаточно взять скорость поменьше, для спортивного мероприятия или другого "экшена" — побольше. И это тоже экономия сетевого ресурса.

Становление и стандарты

Внедрение цифрового ТВ было фрагментарным. Сначала цифровая техника пришла в ТВ студии, тогда как ТВ сети оставались аналоговыми. Вне студии ТВ сигнал преобразовывался в аналоговую форму. Затем появились цифровые телевизоры с большими экранами, где уже требовалось более высокое качество изображения и звука, а также имелись дополнительные функции типа стоп-кадр, кадр в кадре и пр. Там применялись цифровые фильтры, устройства перехода от чересстрочной к квазипрогрессивной развёртке, а также повышение частоты кадровой развёртки до 100 Гц для преодоления эффекта мерцания и пр.

Второй этап развития цифрового телевидения "замахнулся" было на повышение эффективности ТВ сетей, но так и остался промежуточным из-за неготовности сетевых технологий. Это было время создания гибридных аналого-цифровых ТВ систем с нестандартными решениями. Разработчики экспериментировали с переходом от одновременной передачи яркостного и цветоразностных сигналов к их последовательной передаче, а также с увеличением числа строк в кадре и элементов изображения в строке. "Нестандарт" не годился для мирового масштаба, увеличение информационного потока меняло требования к сетям, стандарты сжатия ещё не были готовы. Правда, удалось поэкспериментировать с телевидением высокой чёткости (ТВЧ/HDTV).

В 1990 г. появились первые полностью цифровые ТВ системы, а в 1993 г. аналоговые варианты перестали рассматриваться. Тогда же был представлен проект, который и стал основой американского стандарта цифрового ТВ ATSC (Advanced Television Systems Committee), утверждённый Федеральной комиссией по связи (FCC) в 1996 г. и использующий сжатие по MPEG-2. Сети ATSC действуют в США, Канаде, Мексике и Южной Корее. В 1998 г. в США была запрещена продажа телевизоров без цифрового входа, что дополнительно стимулировало процесс.

В 1991 г. ведущие европейцы объединились в разработке своего стандарта, и в 1993 г. появился проект DVB (Digital Video Broadcasting), из которого со временем вырос целый "букет" стандартов для наземного (DVB-T/T2), спутникового (DVB-S/S2), кабельного (DVB-C) вещания и пр., включая передачу HDTV. Есть стандарты для портативных/мобильных телеприёмников DVB-H/SH/H2 (на основе DVB-T) для качественной передачи десятков программ с использованием ненаправленной антенны. В начале 2011 г. был утверждён стандарт DVB-3DTV. Все DVB-стандарты основаны на сжатии по MPEG-2 (в более современных версиях — MPEG-4) и определяют параметры модуляции, алгоритмы и уровень шумоподавления и т. п.

Япония, как всегда, пошла другим путём. Стандарт ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) почти нигде, кроме самой Японии, не применяется. В мире существуют и некоторые другие ТВ стандарты, но будущего у них уже нет. Зато японская корпорация NHK недавно предложила формат UHD (Ultra High Definition), который является видеоэквивалентом цифрового фотоснимка с очень высоким разрешением. И уже говорят, что UHD —

РАДИО® ВИДЕОТЕХНИКА
тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2011

это теперь наше будущее. Бизнес не терпит остановки. А там не за горами и голография...

Сети и среды

Изначально для трансляции ТВ программ использовался эфир, что имело свои известные всем плюсы (доступность на больших расстояниях) и минусы (помехи и не всегда качественный приём). Именно минусы и заставили первоначально искать другие пути для трансляции ТВ программ, обратив взоры на коаксиальный кабель. Так началась эра сетей кабельного телевидения (КТВ).

Впервые предложение о распределении телевизионного сигнала по кабельным сетям было представлено в США Эдом Парсонсом, Coax Cable Communications, Inc., в 1948 г. Первая система, распределяющая пять ТВ каналов, заработала в Сиэтле. Нововведение позволило избавиться от многих нежелательных эффектов, связанных с эфирным распространением телевизионных сигналов: затенений, переотражений, необходимости установки у каждого абонента антенны и т. д. Это расширило круг потенциальных абонентов и помогло кардинальным образом улучшить с технической точки зрения качество предлагаемых услуг. Относительно большое затухание и неравномерность АЧХ в коаксиальных кабелях привели к использованию на транспортных участках сетей КТВ волоконно-оптических линий — так появились гибридные оптоволоконно-коаксиальные сети (HFC — Hybrid Fiber-Coax). С целью расширения спектра услуг (предоставления высокоскоростного доступа в Интернет и пр.) на сетях КТВ используется технология DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specifications).

Цифровая "мода" со временем пришла в эфирное ТВ вещание и в КТВ. Кабельные системы платного ТВ довольно долго сочетали в себе передачу открытых аналоговых каналов и платных цифровых, принимаемых с помощью специализированной ТВ приставки. Ещё в конце прошлого века эксперты скептически отзывались о возможности доставки видео через ADSL и IP-сети, а теперь домовые ТВ сети помимо коаксиального кабеля используют AD6L2+, VDSL2 и Ethernet.

Несмотря на то что спутниковое непосредственное ТВ вещание (СНТВ) вышло на телекоммуникационную арену позже всех (в 60-е годы XX века), оно весьма преуспело в цифровом ТВ вещании, поскольку операторы СНТВ вынуждены были непрерывно бороться за максимально эффективное использование бортового оборудования. И "цифра" пришлась там весьма кстати.

Появление цифровых сетей с высокой пропускной способностью на базе пакетных технологий с возможностью обеспечения высокого качества позволило по иному взглянуть на всю технику связи. Собственно, раз уж теперь любой сигнал (видео, звук, данные) может быть представлен с помощью набора IP-пакетов, то границы между услугами связи становятся довольно расплывчатыми, а поставщики сервисов могут комбинировать услуги и изобретать новые сервисы, вплоть до самых фантастических — к примеру, создание своей собственной ТВ реальности.

Современный Интернет уж очень напоминает глобальную сеть КТВ. И в наши дни телевидение уже не ассоциируется исключительно с какими-то специализированными ТВ сетями, потому что есть Интернет, широкополосный доступ (ШПД) и мобильный ШПД, и немало граждан уже смотрят ТВ по своим смартфонам. Дело идёт к тому, что телевидение переместится в Интернет — и некоторые крупные операторы уже строят для этого соответствующую инфраструктуру. Поэтому восходящие звёзды ТВ XXI века — это технологии IP-сетей: IPTV (Internet Protocol Television) и интернет-ТВ (с помощью технологии OTT — Over-The-Top). Обе они используют для передачи сигнала IP-среду, однако первая используется в операторских сетях, а вторая — в публичном Интернете. Основное условие качественного приёма — наличие у абонента ШПД, а у оператора — возможности обеспечивать необходимый уровень качества с помощью скоростных сетей доставки контента, зеркалирования контента как можно ближе к абонентам и пр. А взамен — тысячи ТВ программ и масса сопутствующих сервисов.

Заметим, что IPTV и интернет-ТВ отличает от привычного нам ТВ "врождённая" интерактивность, т. е. у "медийщиков" (создателей и распространителей контента) чуть ли не впервые появляется возможность не только знать кто, что и когда смотрит (этой возможности в современном ТВ нет, ибо она дорогого стоит), но и взаимодействовать с абонентами в реальном времени, своевременно реагируя на их поведение. В частности, такая непростая в реализации для того же КТВ услуга, как "видео по заказу" (VoD), в IPTV — рядовой сервис. И уже выпускаются телевизоры с Ethernet-входом, которые сами "шарят" по Сети в поисках контента, который сами записывают и показывают.

Цифровое эфирное вещание

Во многих странах сегодня поставлен (и даже решён) вопрос о прекращении аналогового телевизионного вещания и полном переходе к цифровому телевидению. Считается, что эфирное цифровое телевидение повысит конкуренцию на вещательном рынке. Однако его шансы на успех в "перетягивании одеяла" с сетями КТВ, IPTV, СНТВ или интернет-ТВ неоднозначны.

Сегодня в РФ цифровое телевидение в стандарте DVB-T/T2 (DVB-T2 позволяет получить 30-процентный прирост пропускной способности каналов относительно DVB-T и разработан, в том числе, под HDTV) реализуется в рамках соответствующей федеральной целевой программы. До 2015 г. эфирное цифровое ТВ вещание планируется развернуть по всей стране, что обойдётся в 127 млрд руб. (свыше 4 млрд долл. США). В отдельных (даже не очень отдалённых) регионах РФ подчас все доступные в эфире программы — исключительно зарубежные. Теперь этого не будет. Впрочем, даже там, где ранее принималась лишь пара аналоговых ТВ программ, включение первого пакета (мультиплекса) с набором из восьми-девяти цифровых — тоже огромный прогресс. В целом будет три мультиплекса, попасть в которые — заветная мечта каждого телевещателя. Однако "альтернативные поставщики" (СНТВ, КТВ, IPTV и пр.) уже совокупно транслируют тысячи цифровых ТВ программ и имеют значительную абонентскую базу. Так что в крупных городах DVB-T/T2 вряд ли "оторвёт" много абонентов у конкурентов. Где-то в глубинке это более вероятно, но возникнет вопрос цены (ТВ приставки и подключения), потому что там денег меньше, чем в городах. Надо иметь в виду, что даже не очень богатые граждане давно смотрят сотни цифровых ТВ программ с десятков спутников.

Разумеется, цифровое ТВ не лишено недостатков. Во-первых, оно имеет более резкую границу территории покрытия сигналом, чем аналоговая система. Во-вторых, телезрителям знакомы замирания и рассыпания картинки на "квадратики" при недостаточном уровне принимаемого сигнала. Оба "недостатка", кстати, являются следствиями преимуществ цифровой передачи: цифровой сигнал принимается качественно на 100 % или не принимается вовсе.

Интересно, что где-то эфирному ТВ уже пришлось "потесниться" и в части частотного ресурса. В процессе внедрения цифрового ТВ в США и Европе регуляторы стали отнимать радиочастоты у наземного ТВ вещания, справедливо рассудив, что, во-первых, теперь в одном ТВ радиоканале можно разместить восемь и более цифровых, а во-вторых, стало выясняться, что есть для современного абонента и более востребованные вещи (например, мобильная связь). Экспроприированное стали называть "цифровым дивидендом", рассчитывая покрыть им хотя бы часть потенциальной потребности в радиоресурсе под мобильный ШПД, со степенью развития которого стали коррелировать чуть ли не степень развития каждого государства. В РФ, кстати, под наземное эфирное ТВ вещание занята самая большая полоса радиочастот в мире. Однако самое главное не в этом. Вот слова президента России Дмитрия Медведева во время недавнего посещения интернет-телеканала "Дождь. Optimistic Channel": *"Я сам буквально несколько лет назад, может быть, три-четыре года назад, перестал смотреть новостные программы по телевизору. Почему? Потому что удобнее смотреть через Интернет. Я могу делать несколько дел — я смотрю бумаги, я могу с кем-нибудь разговаривать по телефону, в то же время я смотрю новости в записи или в онлайне. И так поступает уже значительная часть наших людей"*.

То есть не только мы чувствуем, кому достанется "одеяло". И к этому трудно что-то добавить. Не правда ли? ■

О ремонте и доработке транзисторного усилителя Sony F419R

С. АГЕЕВ, г. Москва

Не секрет, что для большинства образцов Hi-Fi аппаратуры звуковоспроизведения среднего и низших классов качество работы можно заметно улучшить достаточно простыми средствами. Об одном из примеров можно прочесть в предлагаемой статье.

Приведённые в статье технологические приёмы, данные и анализ могут оказать большую помощь тем, кто захочет самостоятельно провести "досмотр" своей аппаратуры, благо схемы многих моделей бытовой видео- и аудиоаппаратуры можно найти в Интернете.

Так случилось, что ко мне обратились с просьбой починить и, по возможности, улучшить старый усилитель Sony F419R (серийный номер 4503337). Это "полный" (с предварительными усилителями и блоком регулировок) усилитель бюджетного класса. Поэтому сколько-нибудь значительная его доработка с большим объёмом слесарных работ (например, замены входных/ выходных разъёмов, изменением топологии цепей общего провода) экономически нецелесообразна; разумно ограничиться "лечением" лишь самых "узких" мест. Это даст, условно говоря, 80 % от возможных улучшений при минимуме затрат времени.

Для наглядности последующих рассуждений на **рис. 1** приведён фрагмент схемы усилителя (одного канала).

Проведённый анализ конструкции и схемы показал, что этот аппарат (как и его близкий аналог F519) имеет следующее сочетание достоинств и недостатков.

К достоинствам следует отнести:

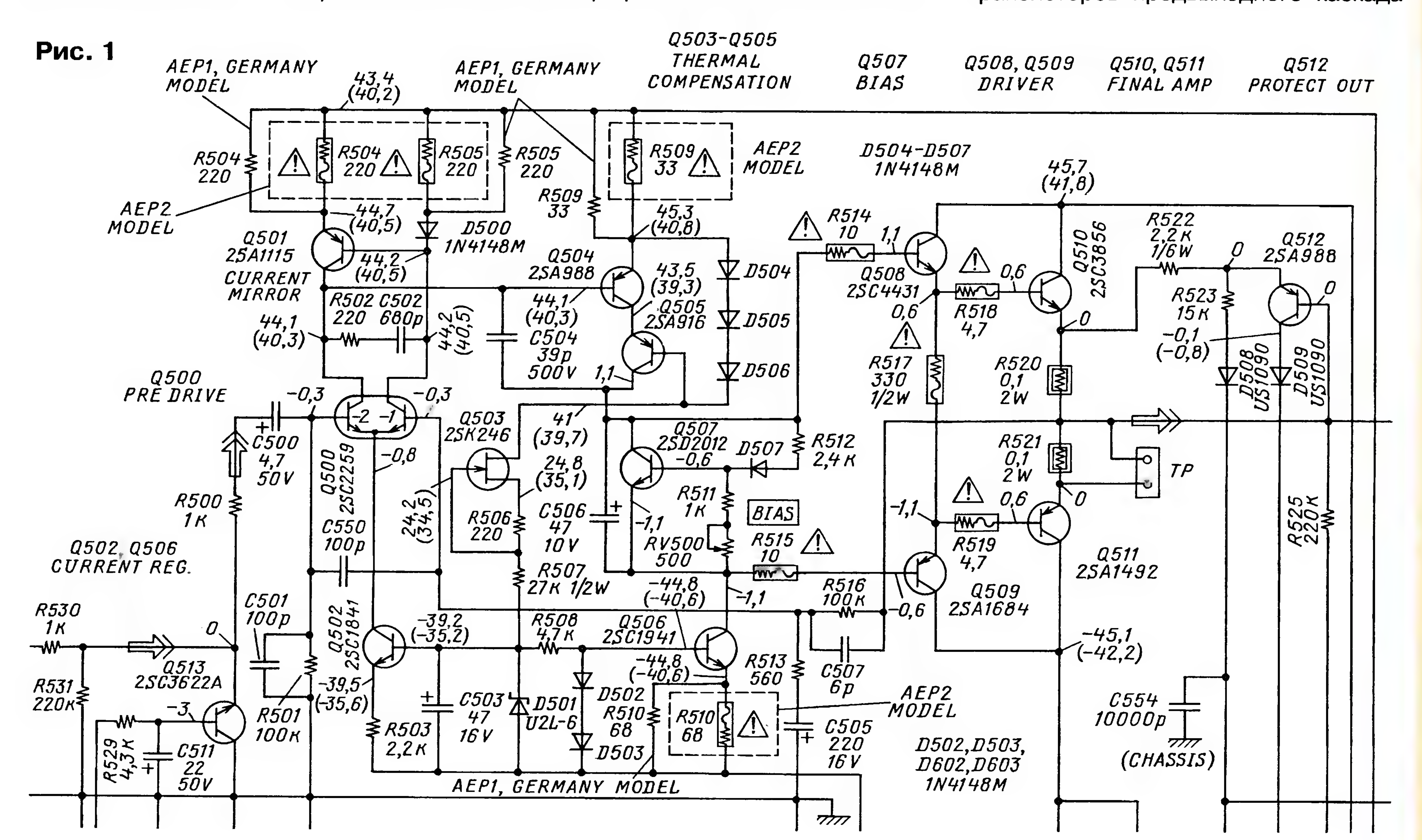
- наличие ДУ для регулировки громкости и выбора источников сигнала;
- достаточное число входов;
- хорошее качество разводки силовых цепей усилителя мощности (УМ) для минимизации возникновения/излучения помех при переключении плеч выходного каскада (этот эффект — один из основных ограничивающих качество факторов в усилителях мощности, собранных на однослойных печатных платах);
- схемотехника УМ не имеет совсем уж "фатальных" недоработок;
- предусмотрена возможность обхода узлов предварительного усиления с релейной коммутацией;
- рациональное сочетание параметров сетевого трансформатора, хорошая защищённость от помех из сети и высококачественные оксидные конденсаторы в блоке питания;
- звучание, хотя и характеризуется явным подчёркиванием высоких частот (как впоследствии выяснилось, нелинейного характера), всё же не имеет существенной тенденции к образованию "каши" при воспроизведении насыщенных фонограмм. Получается своего рода эксайтер (психоакустический процессор).

Из недостатков аппарата следует упомянуть:

- отсутствие защиты мощных транзисторов по мгновенному току и области безопасной работы, что делает усилитель критичным к условиям эксплуатации (большой риск случайных повреждений, особенно при замыкании выхода УМ);
- RIAA корректор практически не пригоден для использования из-за проблем с разностью потенциалов общего провода между корректором и темброблоком с усилителем мощности;
- негерметичные и незолочёные (судя по полной потере контакта) контакты реле, коммутирующих нагрузку (тип — Omron G5R-2232P-KW), по крайней мере, в данном экземпляре;
- посредственное (несмотря на видимые старания по минимизации площади монтажных петель) качество разводки цепей сигнала и "сигнальной земли" — обилие перемычек, межплатные разъёмы в малосигнальных цепях, большая длина межблочных соединений;
- дефект расчёта оконечного усилителя: несоответствие скоростных возможностей усилителя напряжения (около 50 В/мкс) и выходного каскада (сквозной ток в транзисторах выходного каскада начинается уже при 10...15 В/мкс).

Причина последнего из отмеченных недостатков — очень малый ток покоя транзисторов предвыходного каскада

Рис. 1



(всего 4 мА) — выбран разработчиками с целью экономии на теплоотводах и монтаже транзисторов средней мощности. Поэтому предвыходной каскад работает в режиме, близком к классу В, особенно при перезарядке ёмкости переходов мощных транзисторов. Это не только создаёт динамические искажения в выходном каскаде (где они возникать вообще не должны), но и снижает надежность, создавая условия для протекания большого сквозного тока на фронтах/спадах сигналов и при самовозбуждении. В частности, именно это привело к асимметрии динамических характеристик даже в весьма малосигнальном режиме (заметно отличающаяся скорость нарастания и спада "прямоугольника" при подаче сигнала в обход входного фильтра, непосредственно в цепь обратной связи). Причём этот дефект явно заметен (на экране осциллографа) уже при выходном сигнале всего в 300 мВ. Естественно, при формальных измерениях "на синусе" или через звуковую карту подобный дефект обнаружить трудно, хотя на слух он диагностируется довольно легко, как искусственная "яркость" высоких частот.

Особенности схемы усилителя и конструкции состоят в следующем:

1. Очень большое усиление (около 45 дБ) в УМ — это позволило выполнить его частотную коррекцию с хорошими динамическими характеристиками (большой скоростью нарастания/спада в каскаде усиления напряжения при малом разностном напряжении входного каскада, имеющего противоперегрузочную коррекцию). Однако это же обстоятельство ухудшило помехозащищённость аппарата в целом — увеличены критичность к разности потенциалов в цепях общего провода (между узлами усилителя), к наводкам на сигнальные цепи, риск самовозбуждения от наводок с выходных кабелей на входные и т. п.

2. Весьма высокоомный (120 кОм) регулятор громкости также увеличивает шумы и чувствительность к помехам, особенно при столь высоком (около 180 раз) усилении.

3. Цепи делителя сигнала (muting), хотя и выполнены на биполярных транзисторах (структуры n-p-n в инверсном включении), но грамотно — с подачей закрывающего напряжения и фильтрацией управляющего напряжения. При таком включении нелинейности ёмкости p-n перехода закрытого транзистора в делителе сигнала и входной ёмкости биполярного транзистора дифференциального каскада частично компенсируют друг друга.

4. Общий провод ("земля") усилителя мощности гальванически изолирован от корпуса и имеет связь с ним только по ВЧ через несколько конденсаторов ёмкостью по 0,01 мкФ (они размещены около входных и выходных разъёмов).

Теперь, собственно, о неисправности в усилителе. Изначально был диагностирован выход из строя мощных транзисторов левого канала. Вероятная причина — последствия короткого замыкания выходных клемм или самовозбуждения.

Поскольку аппарат относительно старый, быстрое приобретение гарантированно оригинальных транзисторов большой и средней мощности, указанных на схеме, или их аналогов (2SA1491/2SC3855 и 2SA1684/2SC4431), в настоящее время может оказаться проблематичным. Более существенно, однако, то, что их характеристики не оптимальны для такой схемотехники и выбранных режимов. Такие транзисторы имеют большую ёмкость переходов база—эмиттер (что требует их использования при больших токах покоя, а в данном усилителе это нереализуемо), и запасы по надёжности у них недостаточны. Поэтому целесообразна их замена.



Рис. 2

При выборе мощных транзисторов нужно иметь в виду, что аппарат не имеет защиты по выходному току, а его конструкция рассчитана на использование транзисторов в корпусе TO-247. В качестве мощных транзисторов для выходного каскада (из выпускаемых в настоящее время) по сочетанию параметров оптимальны комплементарные пары 2SA1215 и 2SC2921 либо TIP36CW и TIP35CW (с дополнительными крепёжными элементами — изолирующими втулками для винтов — можно применить TIP36C и TIP35C). Для предоконечного каскада оптимальный вариант — комплементарные транзисторы 2SA1837 и 2SC4793. Для усилителя Sony F419 (с меньшим напряжением питания) в качестве выходных лучше подходит пара TIP36CW/TIP35CW, имеющая меньшие ёмкости переходов, а для модели F519 — пара 2SA1215/2SC2921.

Замена мощных транзисторов особенностей не имеет, нужно только проверить в их базовых цепях исправность "легкосгораемых" резисторов (на плате это R518, R519 и R618, R619 — по 4,7 Ом) и при необходимости заменить новым сопротивлением 3,3...4,7 Ом.

Перейдём к описанию доработок.

Сразу скажем, что многие очевидные меры, например, увеличение ёмкости оксидных конденсаторов или их шунтирование плёночными в блоке питания, в подобных усилителях не только нерациональны (в частности, из-за ограниченной мощности трансформаторов), но и зачастую *ухудшают* качество работы усилителя. Это происходит из-за появления паразитных резонансных контуров в цепях питания и увеличения площади контуров для токов выходных каскадов. Поэтому вносить изменения без тщательного расчёта и проверки не следует.

Чтобы иметь возможность устранить основной схемотехнический дефект данных (как, кстати, и большинства других недорогих усилителей) — заниженный ток покоя предвыходного каскада — необходимо обеспечить охлаждение его транзисторов. Это достигается установкой их на теплоотводы, изготовленные из полос мягкого алюминиевого сплава толщиной 1,5...2,5 мм (**рис. 2**). Большие отверстия в них нужно сверлить до гибки сверлом диаметром 3 мм, а после гибки рассверливать до 5 мм и затем до 8...10 мм, иначе правильно согнуть заготовки будет сложно.

Транзисторы средней мощности, установленные на этих теплоотводах (естественно, с теплопроводной пастой), позволяют повысить ток покоя предоконечного каскада до 25 мА (резисторы R517 и R617 сопротивлением 47...51 Ом). Это хотя и не гарантирует работу транзисторов каскада всегда в классе А, но существенно улучшает динамические характеристики УМЗЧ в целом, практически устраняя его динамическую нелинейность при мощности в нагрузке до 10...25 Вт.

Поскольку полностью устранить динамическую нелинейность выходного каскада в рамках такой конструкции невозможно, то для предотвращения попадания высокочастотных помех переключения транзисторов в цепь обратной связи целесообразно изменить место подключения форсирующего конденсатора цепи ООС (C507, C607): его "горячий" вывод подключают не к выходу выходного каскада, а к выходу усилителя напряжения. На плате левого канала это возможно сделать перерезкой одного проводника и добавлением перемычки из провода (**рис. 3**); в правом канале дополнительно придётся поменять местами элементы C607 и R616 (**рис. 4**). Смысл переноса точки подключения C507, C607 — исключение выходного каскада из петли обратной связи на частотах выше 400 кГц.

Ток покоя после замены транзисторов регулируют обычным способом — подстроечными резисторами RY500 и RY600 (L BIAS и R BIAS), контролируя напряжение на расположенных около них тестовых перемычках JW079/080 и JW068/069 (мультиметром измеряют напряжение именно между ними, а не напряжение относительно общего про-

РАДИО № 9, 2011 ЗВУКОТЕХНИКА
Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-83-05

вода). Окончательную установку тока покоя следует производить после прогрева усилителя (накрытого крышкой) в течение 20...30 мин.

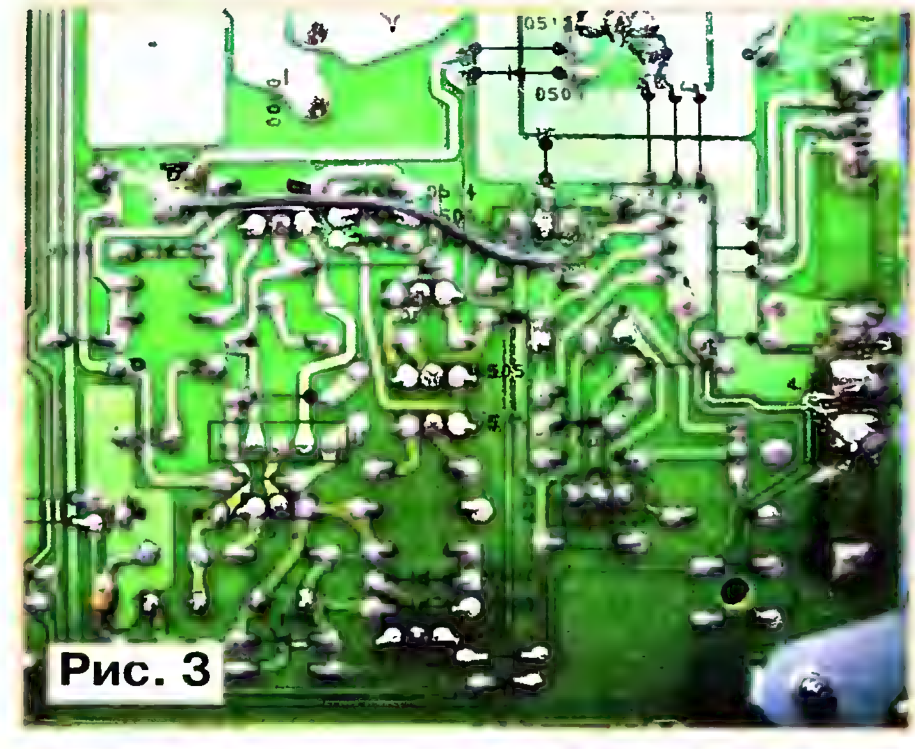
Ток покоя мощных транзисторов имеет смысл устанавливать в пределах 60...80 мА, что соответствует измеряемому на эмиттерных резисторах падению напряжения 6...8 мВ (на контактах ТР). Установка существенно большего тока покоя может привести к тепловому "разгону" и выходу из строя выходных транзисторов.

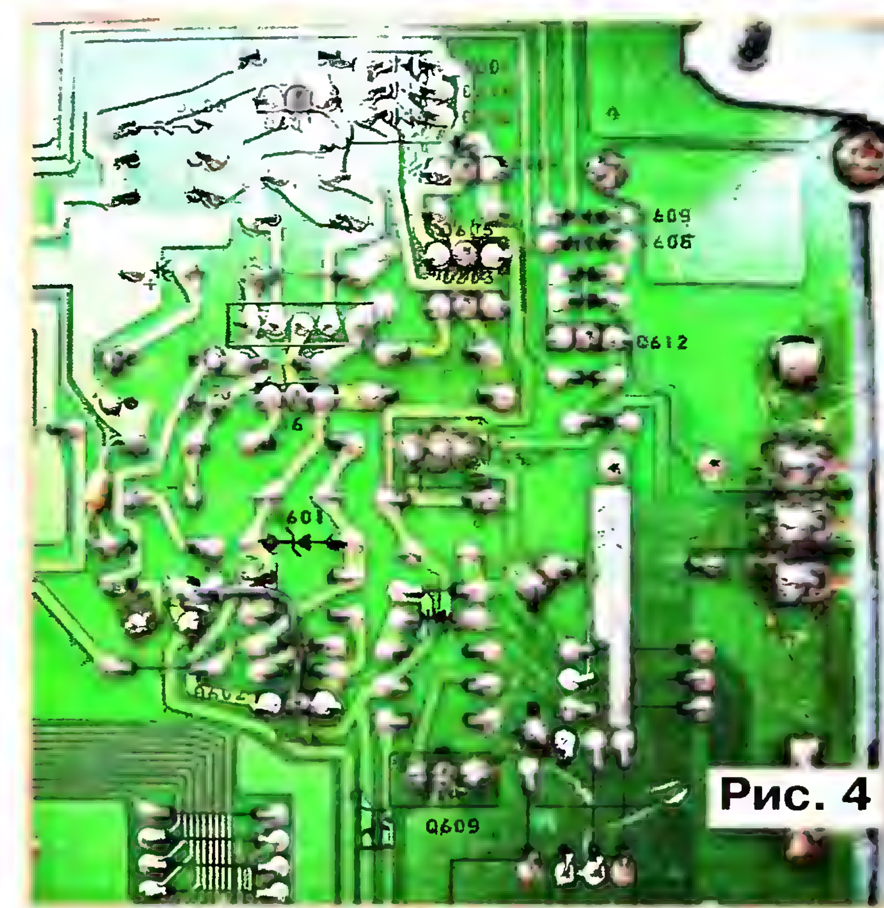
Второй дефект в конструкции — низкое качество разводки сигнальных и цепей общего провода — простыми средствами устранить нельзя, но можно снизить его влияние, отключив неиспользуемые узлы и уменьшив усиление УМЗЧ. RIAA корректор, который теперь редко кому нужен, отключают изъятием резисторов R114 и R214 (**рис. 5**), а вход темброблока — от движка регулятора громкости изъятием R302 и R402 (**рис. 6**). После этого прохождение сигналов со всех входов (кроме Phono, отключённого совсем) будет возможно только в режиме Source Direct. Регулировки тембров и регулировка стереобаланса при этом работать не будут.

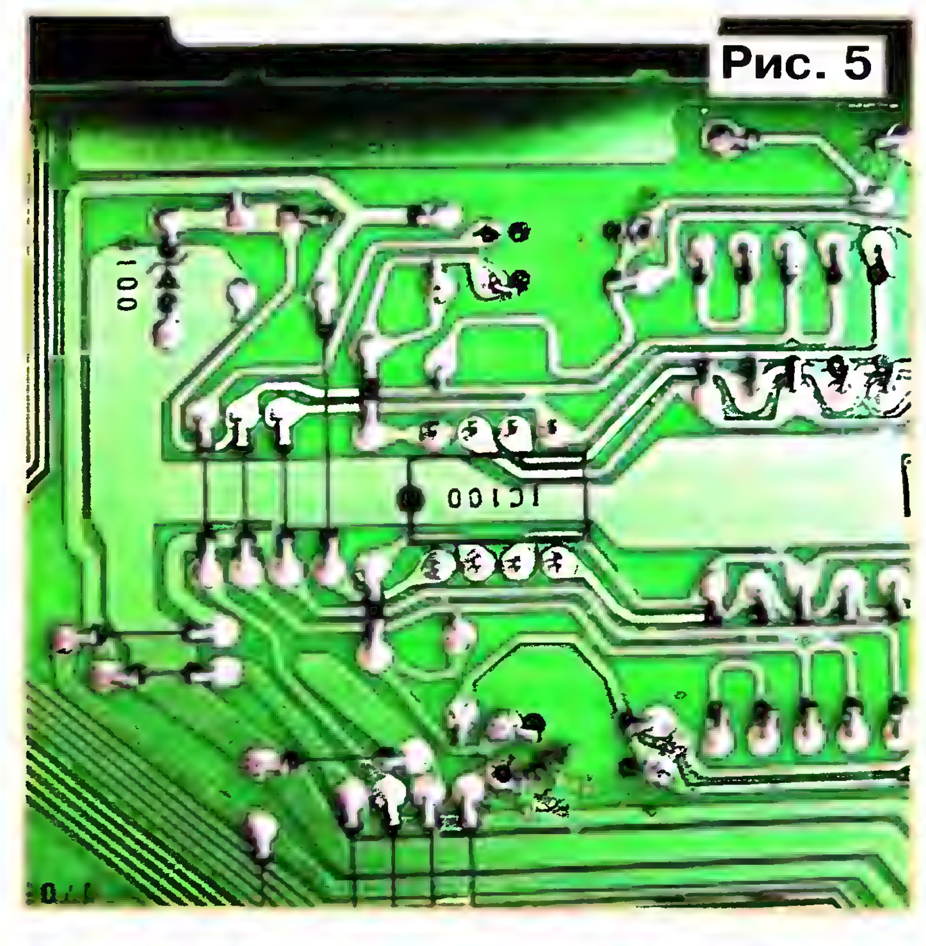
Однако при этом появляется возможность либо вообще исключить реле RY300, обеспечивающее коммутацию режима Source Direct, либо использовать его в качестве селектора для подачи сигнала от дополнительно установленной в усилитель пары входных разъёмов RCA, в обход регулятора громкости — напрямую на вход усилителя мощности. Это позволит использовать аппарат в качестве чистого УМЗЧ, без регулировок, для подключения непосредственно к предусилителю более высокого класса или ЦАП с регулируемым выходом.

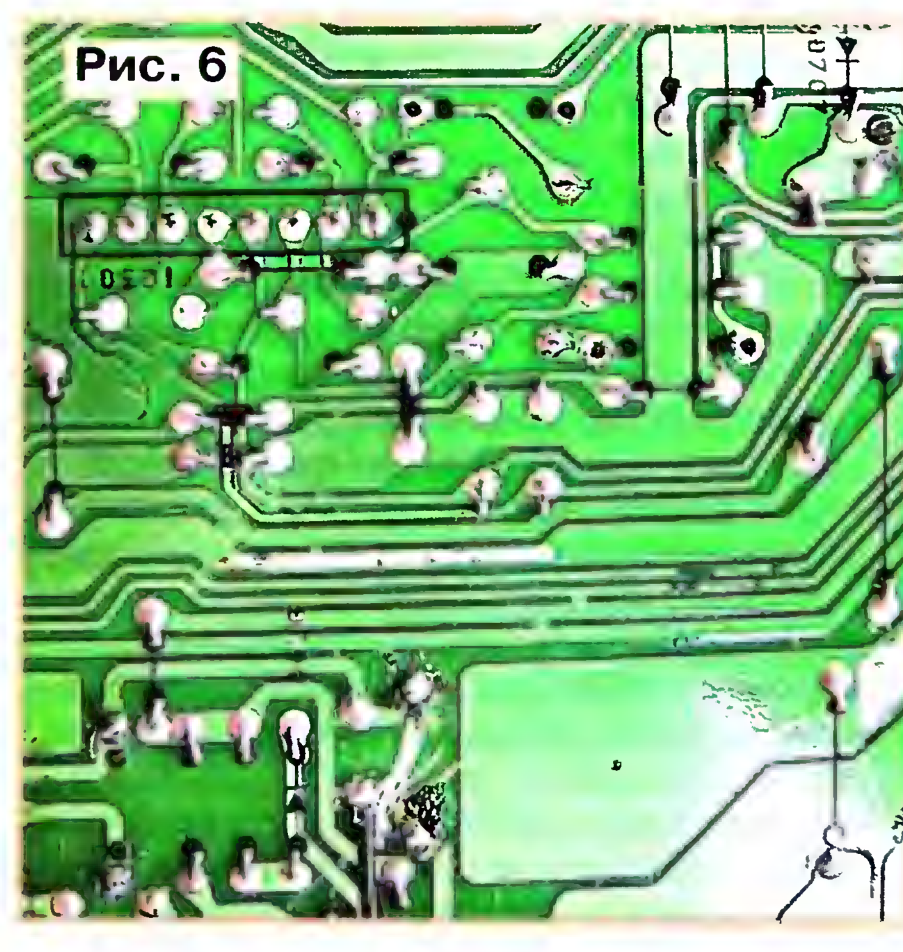
Теперь об уменьшении коэффициента усиления УМЗЧ. Это можно сделать двумя способами — или установить делители сигнала непосредственно на его входах, или изменить номиналы цепи обратной связи, увеличив её глубину. В принципе, одно не исключает другого. Но второй путь предпочтительнее с точки зрения снижения искажений и шумов, да и проще конструктивно (нужно только установить детали других номиналов). При этом, однако, необходимо обеспечить сохранение устойчивости усилителя. Если снизить частоту среза в петле ООС, увеличив ёмкости корректирующих конденсаторов, это приведёт к потере главного достоинства данных усилителей (и сходных по схемотехнике) — близости "мощностной" и "малосигнальной" полос пропускания. Такое свойство весьма ценно, но редко встречается и в более мощных и "навороченных" усилителях.

Как было оценено расчётом и впоследствии подтверждено экспериментально, исключение выходного каскада из петли ОС на высоких (намного выше звуковых) частотах создаёт довольно большой дополнительный запас по фазе. В сочетании с транзисторами большой и средней мощности с меньшей ёмкостью p-n переходов это позволяет примерно втрое увеличить глубину ООС без появления колебательного переходного процесса, сохранив при этом прежнюю ёмкость корректирующих конденсаторов.


Рис. 3


Рис. 4


Рис. 5


Рис. 6

Ограничивающим фактором, как было установлено, оказался не фазовый запас на "основном" спаде АЧХ петлевого усиления, а более высокочастотный паразитный резонанс (см. подробнее в [1]). Его подавление (с целью получения возможности дальнейшего снижения усиления и увеличения глубины ОС) требует существенной переделки аппарата и нерационально по затрате сил и средств.

Итак, для снижения усиления (и увеличения глубины ООС) достаточно увеличить сопротивление резисторов R513, R613 до 1...1,2 кОм (можно использовать выпаянные резисторы R114, R214 сопротивлением 1 кОм). Для дальнейшего снижения усиления уменьшают сопротивление резисторов R501, R601 и R516, R616 до 82...75 кОм (все они должны быть одинаковые с разбросом не более 5 %).

Если есть возможность выбора, то в достижении предельного качества наиболее важен тип резисторов R516, R616 (к ним прикладывается почти всё выходное напряжение усилителя), чуть менее критичны R513, R613, а резисторы R501, R601 наименее критичны (они просто шунтируют вход, создавая путь для тока базы входного каскада). Рекомендуемые типы резисторов — RNC60 для R516, R616 и RNC55 — для остальных. Если выбора нет, то пригодны и обычные металлоплёночные (MF-50, MF-25). Из отечественных можно рекомендовать старые (до 1990 г.) — С2-29В (мощностью 0,25 или 0,125 Вт), С2-10 (0,25 Вт) [2], они в среднем чуть лучше типовых импортных металлоплёночных (MF-50 и т. п.).

Далее имеет смысл увеличить ёмкость конденсаторов С500, С600. Это позволит улучшить ФЧХ и переходную характеристику на НЧ (уменьшить скос вершины низкочастотного импульса), рациональное значение — 22 мкФ, тип конденсатора — лучше биполярный (например, Jamicon серии ВР или UK), можно неполярные Panasonic группы SU.

В связи с уменьшением чувствительности УМЗЧ можно несколько снизить частоту среза входного RC-фильтра (R500, R600 и С501, С601), чтобы сохранить максимальную скорость нарастания поступающего на вход напряжения. Проще всего для этого добавить конденсаторы ёмкостью 47...100 пФ параллельно С501, С601; их можно припаять со стороны печатных проводников или же заменить на другие номиналом 150...200 пФ. Чуть лучший вариант — между выводом резистора R500, R600 (соединённого с эмиттером транзисторов Q513, Q613) и общим проводом соответствующего канала впаять по конденсатору ёмкостью 47...75 пФ. Типы конденсаторов — плёночные Wima FKP или керамические NPO (МП0, М75, М47, П33).

Частота среза входного фильтра при суммарной ёмкости 200 пФ в наихудшем случае (в среднем положении регулятора громкости) составит примерно 40 кГц, при этом спад будет

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

менее 1 дБ на частоте 20 кГц. Во втором варианте (при подключении конденсатора 47 пФ к нижнему выводу R500, R600) изменением частотной характеристики по сравнению с исходной можно вообще пренебречь (менее 0,4 дБ на 20 кГц).

Рекомендованные переделки в отношении звучания субъективно убирают резкость, оно становится более ровным, кроме того, существенно улучшается проработка сцены и звуков второго плана.

Формальные характеристики (гармонические и интермодуляционные искажения, их спектр) для этого усилителя не измерялись ввиду малой их информативности в условиях доминирования влияния других дефектов.

К дополнительным "мелочам", на которые полезно обращать внимание после ремонта, относится, в частности, проверка электромагнитного реле в цепи нагрузки.

Если у реле съёмные крышки, то желательно его отпаять, открыть, протереть контакты тонким ломтиком "чернильного" ластика и смочить смазкой для контактов. Её наносят касанием контактов полоской бумаги, на которую перед этим прыснута аэрозоль; прямо на контакты прыскать не стоит (будет слишком много). Распространённый заменитель смазки для контактов — WD40, но его действие более ограничено во времени. Использовать обычный абразив (наждачную бумагу "нулёвку") для очистки контактов нельзя — это необратимо повреждает их геометрию.

Пружины можно слегка подогнуть, чтобы при срабатывании реле было видимое перемещение неподвижных контактов, но напряжение срабатывания должно остаться не более 16...17 В. Объективно качество контактов реле проверить можно только миллиомметром: сопротивление исправных контактов при срабатывании реле должно быть не более 7...9 мОм (0,007...0,009 Ом).

Если установлены неразборные реле, то желательно проверить контактное сопротивление; миллиомметром это можно сделать и без их выпайки (соблюдая максимальную аккуратность, так как усилитель не имеет защиты от короткого замыкания).

Жгут от платы УМЗЧ к выходным реле целесообразно стянуть хорошей изолентой, чтобы не "пушился".

Замечания по технологии проведения работ состоят в следующем.

Все крепёжные винты в аппарате рассчитаны под крестовую отвёртку PH2, регуляторы тока покоя — под PH1.

Доступ к стороне проводников основной платы возможен через съёмную крышку, закреплённую шестью саморезами (отмечены стрелками на дне корпуса).

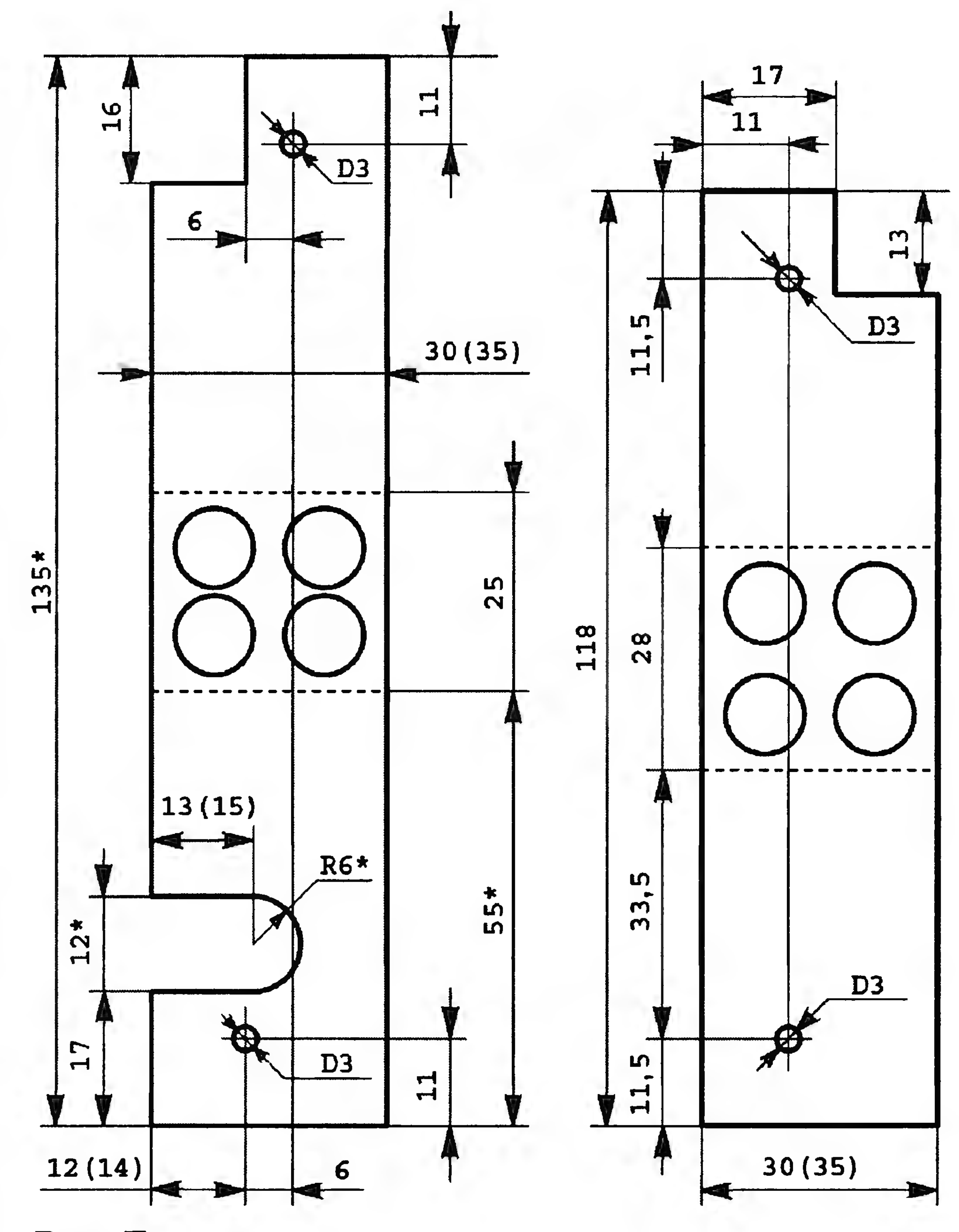


Рис. 7

Монтажная плата — гетинаксовая, а пайки выполнены "волной", т. е. небольшим количеством припоя при загнутых выводах компонентов. Поэтому при отпайке целесообразно слегка добавлять припой на паяемую площадку и, поддерживая припой в расплавленном состоянии, прочным пинцетом выпрямлять выводы. Температура жала — не более 250 °С, иначе плата будет подгорать, а дорожки отваливаться.

Для получения доступа к деталям правого канала (с позиционной.нумерацией 6XX) необходимо снять плату коммутатора входов и регулятора громкости. Для этого нужно отсоединить вертикальную плату-соединитель (она с разъёмами на обоих концах), шлейф (его разъём — на основной плате), разъединить муфту к регулятору громкости (винты — с внутренним шестигранником 2,5 мм, можно Torx T-10). Затем следует отвинтить саморезы, крепящие блоки разъёмов RCA к задней стенке, и четыре самореза, крепящие металлический каркас, на котором установлена эта плата: два самореза вдоль края корпуса, один — на задней стенке (там же — выштамповки фиксаторов) и один около задней стенки, рядом с углом теплоотвода.

Обратную установку платы коммутатора входов следует начинать с совмещения фиксаторов и завинчивания расположенного между ними самореза на задней панели.

Для обеспечения высокого качества работ ниже приведён перечень нужных материалов и инструмента.

Провод монтажный тонкий во фторопластовой (термостойкой) изоляции — 15...20 см; алюминий листовой толщиной 1,5...2,5 мм размерами 30...35×135 и 30...35×120 мм (чертежи теплоотводов в развёртке — на **рис. 7**).

Из материалов также необходимы паста теплопроводная для смазки поверхностей транзисторов и слюды, например, КПТД-3/3, КПТД-3/2, КПТ-8, хорошая тонкая изолента, ломтик (толщиной 1 мм) из "чернильного" ластика, жидкая/аэрозольная смазка для контактов (Electrolube — CG-70, CO70, Kontakt Chemie — Kontakt 61, Kontakt 2000).

Крепёж — винты M3×10 (M3×8...12) — 4 шт. (для крепления транзисторов); гайки M3 — 4 шт.; шайбы 3×6 мм — 8 шт.

Инструменты, используемые при проведении работ, — дрель со свёрлами диаметром 3, 5 и 8...10 мм, тиски слесарные среднего размера (губки шириной 60...80 мм), стальные уголки 20×20 мм длиной не менее 100 мм (для гибки алюминия), штангенциркуль или металлическая линейка с чертилкой для разметки алюминиевых пластин. Также потребуются крестовые отвёртки, длинная PH2 и короткая PH1 (для регулировки тока покоя), бита/отвёртка Hex 2.5 или Torx T10 (для разъединения муфты вала регулятора громкости), пинцет средний, бокорезы радиомонтажные, молоток слесарный, керн для разметки отверстий.

Из приборов необходим мультиметр с разрешением не менее 0,1 мВ при измерении постоянного напряжения (т. е. для 3,5-разрядных — со шкалой 200 мВ); желателен также миллиомметр или измеритель RLC с разрешением до 0,001 Ом.

При доработке использованы следующие детали: транзисторы TIP36CW или 2SA1215 — 2 шт.; TIP35CW или 2SC2921 — 2 шт.; 2SA1837 — 2 шт.; 2SC4793 — 2 шт. Резисторы — 47...51 Ом 0,25 Вт — 2 шт., тип некритичен. Дополнительно можно применить (но не обязательно) резисторы RNC55 или аналогичные сопротивлением 1...1,21 кОм ±1 % — 2 шт.; RNC60 (RNC55) или аналогичные сопротивлением 75...82 кОм ± ±1 % — 4 шт.; керамические конденсаторы ёмкостью 47...68 пФ группы NPO или плёночные 47...100 пФ — 2 шт.; оксидные биполярные конденсаторы 22 мкФ на 50 В ("для аудио").

ЛИТЕРАТУРА

1. **Агеев С.** Некоторые вопросы проектирования усилителей с общей ООС. — Радио, 2003, № 4, с. 16—19.

2. Резисторы. Справочник. Под ред. И. И. Четверткова и В. М. Терехова. — М.: Радио и связь, 1991.

Усилитель-флешка

Г. НЮХТИЛИН, г. Ковров Владимирской обл.

Миниатюрный двухканальный усилитель, по виду напоминающий USB флеш-накопитель (в просторечии — флешка), может быть полезен при проверке акустической системы от звуковой карты ПК или для громкоговорящего воспроизведения музыки или речи, когда под рукой не оказывается усилителя хотя бы небольшой мощности. В остальных случаях полезно встраивать УМЗЧ необходимой мощности непосредственно в АС, тем самым иметь возможность оптимально согласовать усилитель и громкоговоритель.

В своей статье хочу развить тему построения усилителей ЗЧ с питанием от USB-порта персонального компьютера (ПК), описанных в [1] и [2].

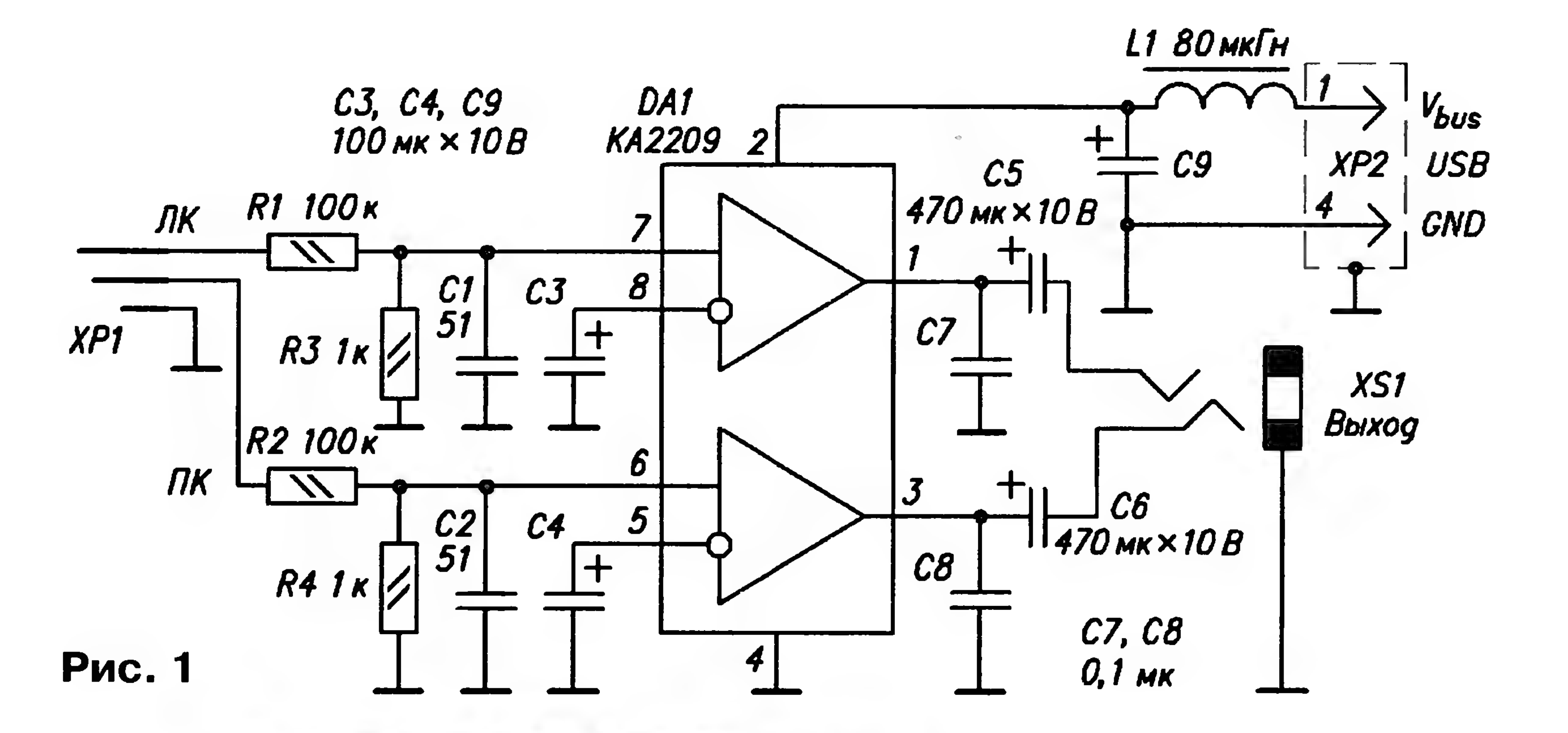


Рис. 1

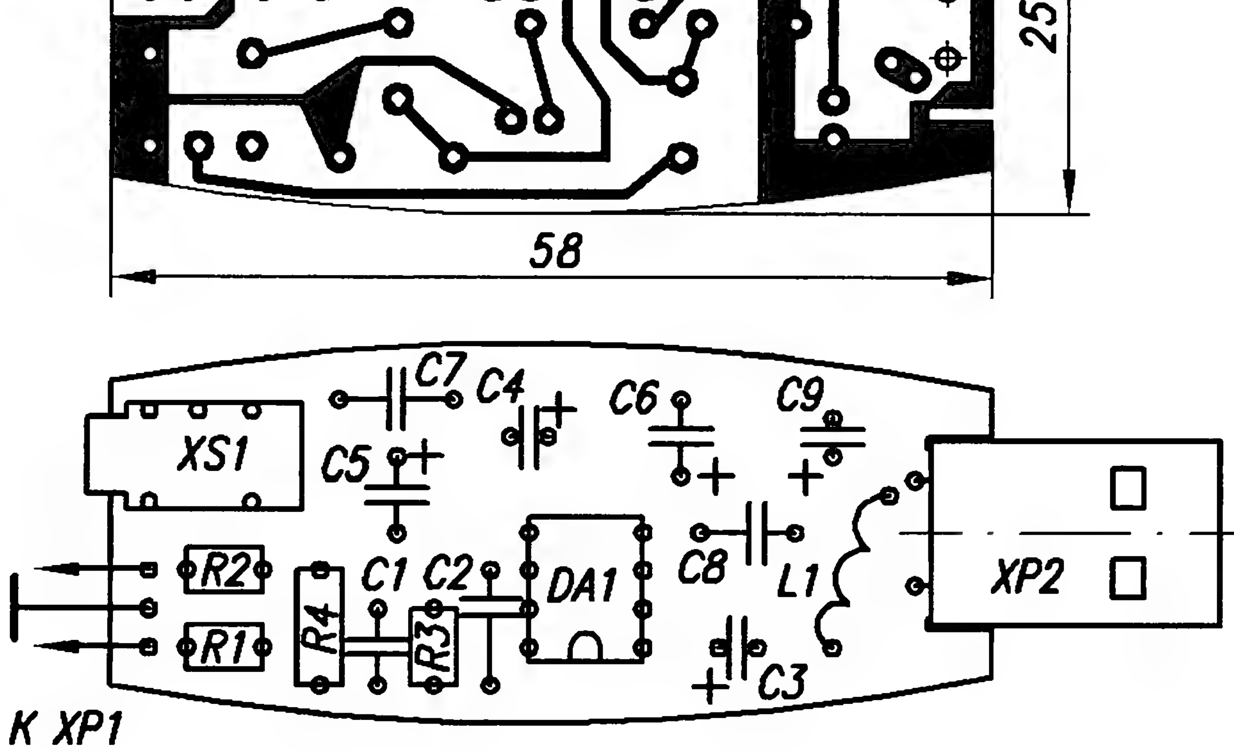


Рис. 2

Предлагаю два варианта усилителя.

Оба варианта оборудованы USB-вилкой для питания, гнёздами под "мини-джек" для подключения громкоговорителей, штекерами "мини-джек" для подачи входного сигнала ЗЧ со звуковой карты ПК. Внешне они напоминают USB-флеш-накопитель. Такой усилитель можно всегда носить с собой в кармане и использовать на любом компьютере.

Усилители рассчитаны на подключение достаточно чувствительных (90 дБ и выше) громкоговорителей малой и средней мощности сопротивлением не менее 4 Ом.

В миниатюрной конструкции применена микросхема KA2209 фирмы Samsung, выполненная в корпусе DIP-8 и представляющая собой двухканальный усилитель мощности, предназначенный для аппаратуры с питанием от гальванических батарей. В микросхему встроены защита выхода от короткого замыкания в нагрузке и теплозащита. Для получения максимальной выходной мощности нет необходимости устанавливать микросхему на теплоотвод. Полные аналоги указанной микросхемы — NJM2073 (New Japan Radio), L272M, L2722, TDA2822M и TDA2822D (SGS-Thomson), U2822B и U2823B (Telefunken).

Принципиальная схема первого варианта усилителя представлена на **рис. 1**.

Основные технические характеристики (на один канал)

Номинальная выходная мощность, Вт	0,4
Коэффициент гармоник, %	0,2
Коэффициент усиления, дБ	62
Полоса рабочих частот, Гц	30...18000
Напряжение питания, В	5
Ток покоя, мА	9
Номинальное сопротивление нагрузки, Ом	4

Использовано типовое включение микросхемы ([3], Fig. 2), но добавлены резисторы R1—R4 и конденсаторы C1, C2.

Делитель напряжения R1R3 (R2R4) уменьшает сигнал со звуковой карты ПК до 20 мВ, конденсаторы C1, C2 и C7, C8 предотвращают самовозбуждение усилителя, конденсаторы C5, C6 — разделительные, цепь L1C9 защищает от помех по питанию из ПК.

Все детали, кроме штекера XP1, размещены на печатной плате из фольгированного текстолита толщиной 1 мм. Чертёж платы (со сторон печатных проводников и деталей) представлен на **рис. 2**.

Резисторы — МЛТ-0,125; оксидные конденсаторы — импортные, остальные — КМ, К10-17 или любые малогабаритные.

Разъёмы — XP1 — штекер "мини-джек" диаметром 3,5 мм; XS1 — гнездо под такой штекер; XP2 — вилка USB-A. Дроссель L1 — готовый ДМ-0,1-80. Его индуктивность не критична, она может быть в пределах 40...80 мкГн. При самостоятельном изготовлении наматывают виток к витку провод ПЭЛ диаметром 0,1 мм на всю длину ферритового подстроечника диаметром 2 и длиной 12 мм от контурных катушек радиоприёмников. Витки закрепляют клеем.

Схема второго варианта усилителя представлена на **рис. 3**. Здесь микросхема включена по мостовой схеме ([3], Fig. 3). В этом случае номинальная выходная мощность составляет 0,8 Вт, но усилитель получается одноканальным и нужно собрать два одинаковых канала. Резисторы R1—R4 добавлены для снижения уровня сигнала.

Выводы 1 и 3 микросхем шунтированы конденсаторами C5, C6 для предотвращения самовозбуждения усилителя. В [3] и в других источниках для этого выход каждого плеча моста соединён через RC-цепь с общим проводом. Однако такая схема и манипуляции с номиналами этих элементов не смогли предотвратить самовозбуждение; микросхема начинала греться. Представленное на рис. 3 схемное решение сняло эту проблему. Если усилитель всё же возбуждается, параллельно резисторам R3, R4 нужно установить конденсаторы ёмкостью 50...200 пФ; для них на плате предусмотрены контактные площадки.

Цепь L1C7 служит тем же целям, что и в первом варианте.

Все детали, кроме штекера XP1, размещены на печатной плате из фольгированного текстолита толщиной 1 мм. Чертёж платы и расположение деталей представлены на **рис. 4**.

Единственная перемычка на плате выполнена изолированным проводом диаметром 0,5 мм. Для второго устройства применяют детали тех же типов и марок, что и в первом варианте.

Так как для подключения громкоговорителя в мостовой схеме не нужен общий провод, в гнёздах XS1 и XS2 используются только по два сигнальных контакта.

У USB-вилки перед монтажом удаляют два средних контакта, а выво-

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

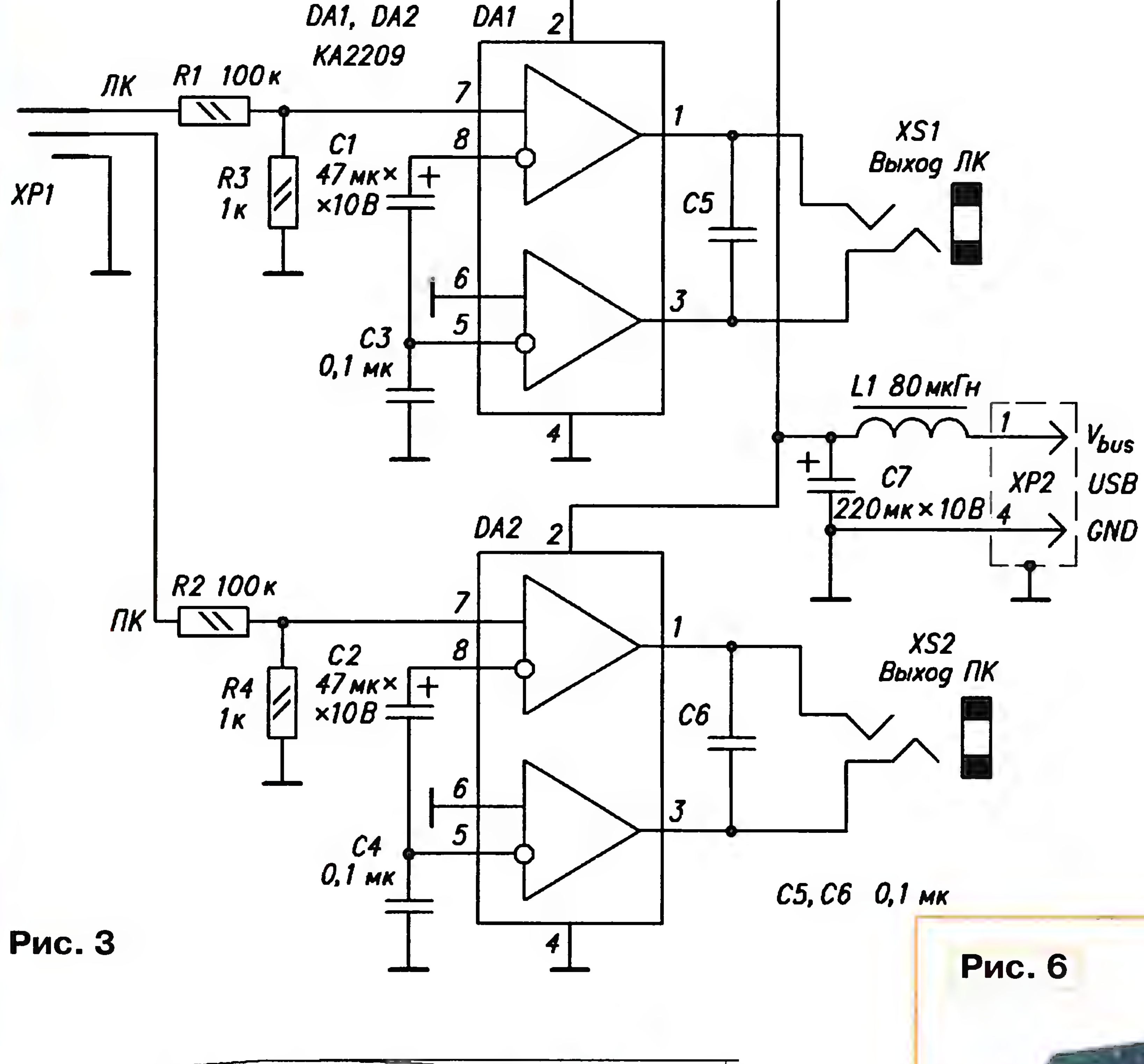
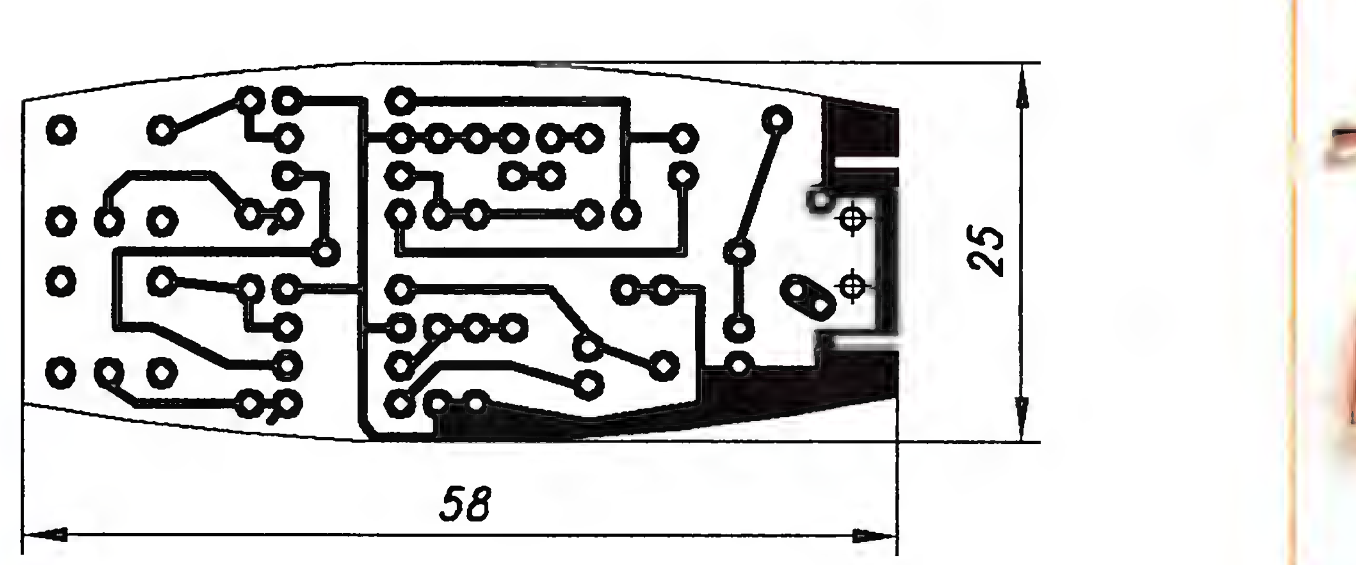


Рис. 3



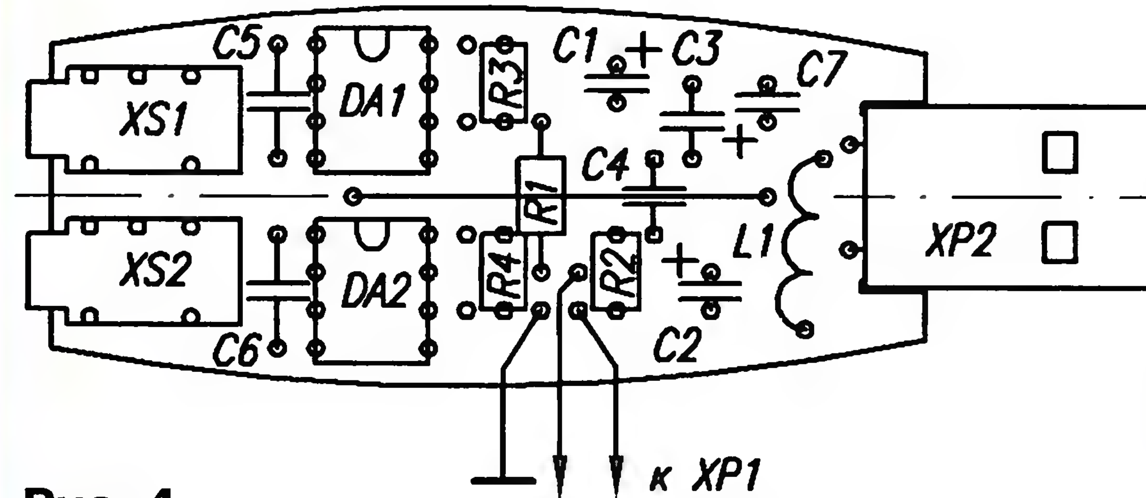




Рис. 4

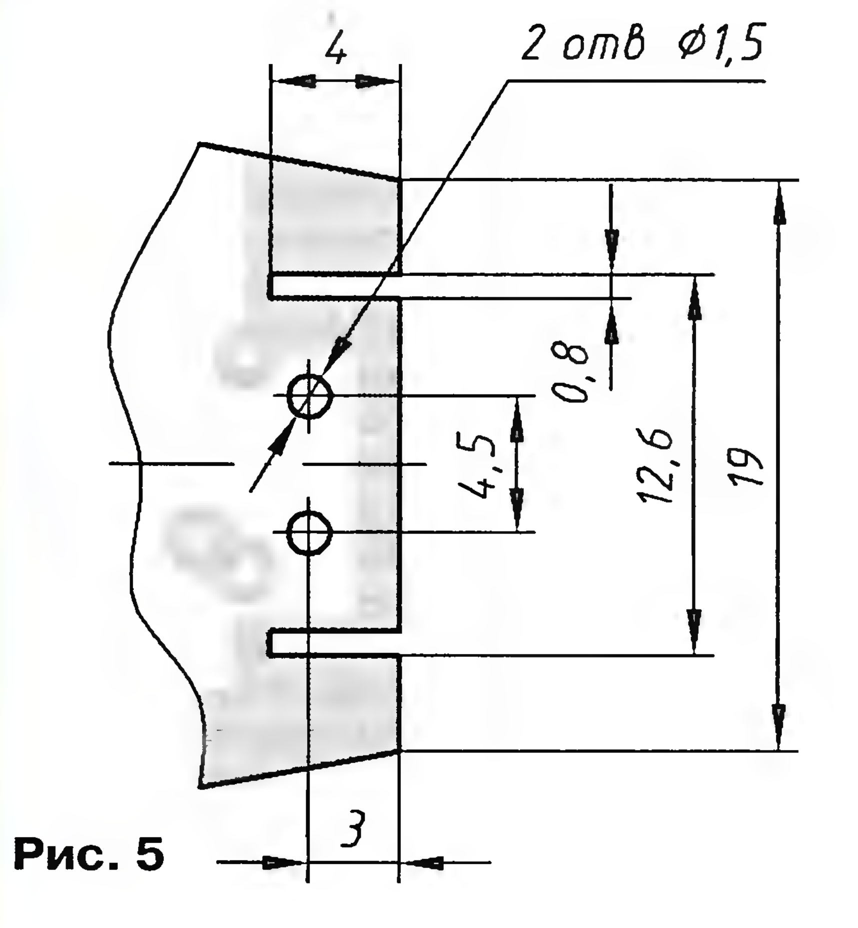


Рис. 5

ды двух крайних изгибают для попадания в соответствующие отверстия на плате. Вилку устанавливают металлическими лапками в два пропила, сделанные ножовочным полотном толщиной 0,8...0,9 мм, а две выступающие бобышки диаметром 1,4 мм на пластиковом корпусе должны попасть в отверстия диаметром 1,5 мм на плате (см. **рис. 5**). Лапки и остальную часть экрана вилки тщательно припаивают к плате по всей длине прилегания, чтобы обеспечить механическую прочность соединения. Штекер XP1 вынесен из корпуса усилителя на гибком шнуре, длина которого зависит от взаимного расположения линейного выхода звуковой карты и разъёмов USB на корпусе ПК. Можно использовать штекер со шнуром от дешёвых китайских головных телефонов.

Плату размещают в корпусе от выключателя ночника, монтируемого на проводе. Обе половинки корпуса дорабатывают: удаляют мешающие монтажу крепёжные бобышки, подготавливают места под выход шнура, USB-вилку и отверстия под гнёзда "мини-джек" для подключения АС. После размещения платы половинки корпуса склеивают. Для придания эстетичного вида корпус красят в чёрный цвет маркером для DVD.

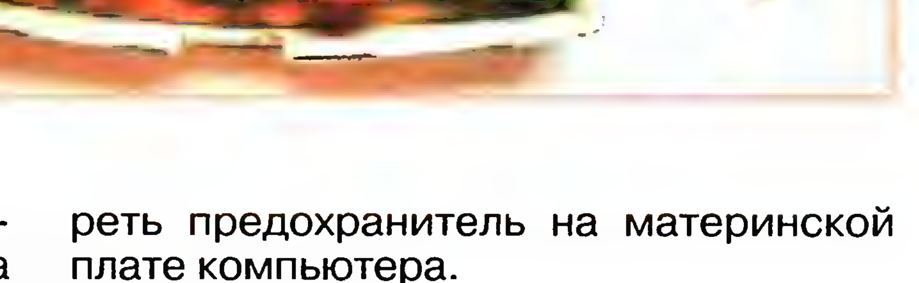
Фото усилителей без крышек представлены на **рис. 6** и **рис. 7**.



Рис. 6

Рис. 7

В заключение следует напомнить, что в интерфейсе USB 1.0 / USB 2.0 по цепи V_{bus} (5 В) допускается максимальный ток 0,5 А, так что суммарный ток, потребляемый устройствами с питанием от разъёма USB, не должен превышать этого значения. Иначе может сгореть предохранитель на материнской плате компьютера.



ЛИТЕРАТУРА

1. **Рубан А.** АС для ноутбука с питанием от USB-порта. — Радио, 2006, № 7, с. 18, 19.

2. **Сапожников М.** Усилители для головных телефонов с питанием через разъём USB компьютера. — Радио, 2010, № 6, с. 14.

3. Микросхема KA2209. — **<http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/K/A/2/2/KA2209.shtml>**.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. В июне Президент РФ подписал закон №142-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в связи с совершенствованием правового регулирования в сфере средств массовой информации". Закон вводит новые требования к учредителям радиоканалов и радиопрограмм: ими не могут быть как иностранные юридические лица, так и российские юридические лица, где иностранное участие в виде доли или вклада в уставном капитале превышает 50 %. Сейчас ст. 19.1 закона "О СМИ" оговаривает такие ограничения только для телевизионных компаний.

Этот закон затронет, прежде всего, станции "Европа плюс", "Ретро FM", "Радио 7", "Кекс FM" и "Свежее радио". Все они принадлежат "Европейской МедиаГруппе" (ЕМГ), которая, в свою очередь, целиком принадлежит французской медиагруппе Lagardere.

С 1 августа вводится новый тариф на пользование проводным радиовещанием. Об этом объявило ОАО "Ростелеком". Стоимость пользования проводным радио для жителей Центрального федерального округа будет равняться 80 руб. в месяц. Такую же сумму придётся платить за каждую дополнительную радиоточку. Для населения в эту сумму включён налог на добавленную стоимость. Для организаций и предприятий НДС будет взиматься сверх тарифа.

РГРК "Голос России" в конце июля изменил расписание вещания в DRM-режиме. В направлении Европы трансляции ведутся на частотах: 15545 кГц — 08.00—12.00, 9850 кГц — 08.00—13.00; 9715 кГц — 13.00—19.00; 6155 кГц — 15.00—18.00; 9880 кГц — 16.00—21.00; 6065 кГц — 19.00—23.00; в направлении Азии — 9445 кГц — 12.00—16.00; 9405 кГц — 17.00—18.00.

В то же самое время отменены трансляции на следующих частотах: 7225 кГц — 14.00—16.00 в направлении Европы и 15735 кГц — 01.00—05.00 в направлении Азии.

Интерес представляет то, что это совершенно новый формат трансляций — на одной частоте транслируются две аудиопрограммы на разных языках и для каждой программы ещё передаются мультимедийные приложения "News Service Journaline" — текстовый вариант последних известий, он же постоянно дублируется в текстовых сообщениях каждого сервиса, причём тексты переводятся на все языки вещания.

Более подробно об этих изменениях можно посмотреть на "DX Портале" по адресу <**http://dxing.ru/novosti/21-radioveschanie/1494-izmenenija-v-drm-transljatsijah-golosa-rossii.html**>.

Православная программа "Евангельские чтения" звучит в эфире с 11 февраля 2002 г. Она подготавливается к эфиру московским братством святителя Алексия. Трансляции — ежедневно с 20.00 до 21.00 на частоте 1089 кГц, используется передатчик мощностью 1200 кВт в Краснодарском крае (Россия). Параллельно вещание идёт на частоте 612 кГц для жителей Москвы и Подмосковья, на ней же по понедельникам, вторникам, четвергам и воскресеньям ещё один выход программы с 15.00 до 16.00.

НОВОСИБИРСК. Радиовещательные станции, работающие в городе, приведены в **табл. 1**.

Таблица 1

Название радиостанции	Частота, кГц	Время вещания	Мощность, кВт
"Радио Слово"	270	00.00—04.00 12.00—16.00	150
"Маяк"	576	23.00—18.00	250
РГРК "Голос России"	1026	16.00—19.00 23.00—02.00	250
Название радиостанции	**Частота, МГц**	**Время вещания**	
"Радио России"/ГТРК "Новосибирск"	67,88	21.00 – 17.00	
"Маяк"/ГТРК "Новосибирск"	69,26	Круглосуточно	
"Радио Ваня"	70,88	Круглосуточно	
"Радио Слово"	71,27	Круглосуточно	
"Русская служба новостей"	73,16	Круглосуточно	
"Городская волна"	73,58	Круглосуточно	
"Детское радио"	95,8	Круглосуточно	
"Хит FM"	96,2	Круглосуточно	
"Ретро FM"	97,0	Круглосуточно	
"Романтика"	97,4	Круглосуточно	
"Авторадио"	98,7	Круглосуточно	
"NRJ"	99,1	Круглосуточно	
"Юмор FM"	99,5	Круглосуточно	
"Маяк FM"	100,0	Круглосуточно	
"Юнитон"	100,7	Круглосуточно	
"Городская волна"	101,4	Круглосуточно	
"Шансон"	102,7	Круглосуточно	
"Европа плюс"	103,2	Круглосуточно	
"Динамит FM"	103,9	Круглосуточно	
"Вести FM"/ГТРК "Новосибирск"	104,6	Круглосуточно	
"Русское радио"	105,2	Круглосуточно	
"Радио 7"	105,7	Круглосуточно	
"Love Радио"	106,2	Круглосуточно	
"Радио Дача"	106,7	Круглосуточно	
"Радио Рекорд"	107,7	Круглосуточно	

САМАРА. Эфир города представлен радиостанциями, указанными в **табл. 2**.

СЕРОВ Свердловской обл. В июле этого года радиостанция "Авторадио" начала вещание в городе на частоте 106,3 МГц.

СОЧИ. В добавление к таблице частот и радиостанций этого города, опубликованной в "Радио" № 7, в июле здесь на частоте 101.9 МГц начала своё вещание радиостанция "Серебряный дождь".

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

БОЛГАРИЯ. С 1 июля радиостанция "Радио Болгария" возобновила прерванное ранее вещание в DRM-формате. На русском языке любители таких трансляций могут слушать их с 15.30 до 16.00 на частоте 9700 кГц, мощность передатчика — 50 кВт.

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Правительство страны запланировало увеличение финансирования радиостанции "BBC" для сохранения коротковолнового вещания в Индии и Сомали. В первую очередь будут поддерживаться новостные службы.

В марте этого года коротковолновое вещание радио "BBC" на хинди было продлено на год благодаря помощи спонсоров.

ПРИДНЕСТРОВЬЕ. Коротковолновые трансляции радиостанции "Радио Приднестровья" можно слушать на частоте 9665 кГц с 17.00 до 24.00 с понедельника по пятницу. Мощность передатчика — 500 кВт. Почасовое расписание: в 17.00, 19.00 и в 21.00 — на русском языке; в 17.30, 19.30 и в 21.30 — на английском языке; в 18.00, 20.00 и 22.00 — на французском языке; в 18.30, 20.30 и 22.30 — на немецком языке.

Вещание на русском языке также идёт с 02.00 до 04.00 с понедельника по пятницу на частоте 999 кГц. Мощность передатчика — 500 кВт.

На частоте 621 кГц с 15.00 до 20.00 с понедельника по пятницу транслируются программы на русском, украинском и молдавском языках. Мощность передатчика — 160 кВт.

СЕРБИЯ. Радиостанция "Международное радио Сербия" (ранее, до извест-

---

***Примечания**:*

Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + + 4 ч.

Частоты некоторых коротковолновых радиостанций могут быть изменены из-за помех или низкого качества прохождения сигнала.

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Таблица 2

Название радиостанции	Частота, кГц	Расположение передатчика	Мощность, кВт
"Радио России"/ГТРК "Самара"	873	пос. Мехзавод	100
"Маяк"	1143	пос. Мехзавод	150
Название радиостанции	**Частота, МГц**	**Расположение передатчика**	
"Максимум"	68,51	—	
"Радио России"/ГТРК "Самара"	70,31	Самара, ПЦ-7	
"Маяк"/ГТРК "Самара"	72,05	Самара, ПЦ-7	
"Русское радио"	72,83	Самара, ОРТПЦ	
"Самара-Максимум"	73,61	Самара, КЦ-2	
"Милицейская волна"	90,6	Самара, ОРТПЦ	
"Радио 7"	91,0	Самара, ОРТПЦ	
"Ток FM"	91,5	Самара, ОРТПЦ	
"Маяк"/ГТРК "Самара"	92,1	Самара, ОРТПЦ	
"Юмор FM"	95,7	Самара, ОРТПЦ	
"Кот FM"	96,3	Самара, ПЦ-7	
"Ретро FM"	98,6	Самара, ОРТПЦ	
"Эхо Москвы"	99,1	Самара, ОРТПЦ	
"Европа плюс"	99,9	Самара, ОРТПЦ	
"Русское радио"	100,3	Самара, ОРТПЦ	
"Радио Шансон"	101,0	Самара, КЦ-2	
"Радио Рекорд"	101,5	Самара, ПЦ-7	
"Радио Дача"	102,1	Самара, "Орион"	
"NRJ"	102,5	Самара, ОРТПЦ	
"Динамит FM"	102,9	Самара, ОРТПЦ	
"Мегаполис"	103,6	Самара, ПЦ-7	
"Самара-Максимум"	104,3	Самара, КЦ-2	
"Авторадио"	104,8	Самара, ОРТПЦ	
"Радио Романтика"	105,4	Самара, ОРТПЦ	
"Дорожное радио"	106,1	Самара, ОРТПЦ	
"Love Радио"	106,6	Самара, "Орион"	
"Детское радио"	107,2	Самара, ОРТПЦ	

ных событий, она называлась "Радио Югославия") в эфире на русском языке: 15.00—15.30 — на частоте 9635 кГц (мощность — 10 кВт), 18.00—18.30 на частоте 6100 кГц (мощность — 250 кВт).

СИРИЯ. Радиостанция "Радио Дамаск" ведёт вещание в направлении Европы ежедневно на русском языке с 17.00 до 18.00 на частоте 9330 кГц и в направлении Израиля с 17.30 до 18.00 — на частоте 783 кГц.

ТАДЖИКИСТАН. Радиостанция "Голос таджика" ("Ovozi Tajik") — на русском языке ежедневно с 08.00 до 10.00 на частотах 1143 и 7245 кГц.

Хорошего приёма и 73!

Антенна для приёма УКВ ЧМ радиостанций

С. ГЕРАСИМОВ, г. Львов, Украина

В настоящее время в крупных городах в диапазоне УКВ работают десятки радиовещательных ЧМ радиостанций с самой разнообразной тематикой. Мощность передатчиков обычно составляет 1...4 кВт, поэтому радиус зоны уверенного приёма на простые антенны невелик и составляет 30...40 км.

Современные УКВ ЧМ тюнеры, входящие в состав ресиверов и домашних кинотеатров, способны обеспечить высокое качество приёма стереопередач при достаточном уровне радиосигнала. Существенное отличие тюнера от других источников программ состоит в том, что он получает сигнал через внешнюю среду, т. е. через эфир. Его чувствительность в стереофоническом режиме при отношении сигнал/шум на выходе 50 дБ обычно составляет 30...50 мкВ.



Рис. 3

Рис. 1

Рис. 2

Чтобы тюнер нормально функционировал, ему нужна антенна, и не какая-нибудь (хотя в городе он и с куском провода работает), а хорошая, в том смысле, что она должна принимать сигналы радиостанций и по возможности ослаблять различные помехи. Об этом часто забывают, полагая, что, как и CD-проигрыватель, тюнер может работать где угодно. Существенное влияние на качество приёма в УКВ диапазоне оказывает многолучевое распространение радиоволн (МЛР). Из-за этого эффекта на вход приёмника могут одновременно поступать несколько сигналов, кроме прямого, ещё и несколько отражённых от тех или иных препятствий. Особенно вероятно появление отражённых сигналов в городах, что приводит к ухудшению качества приёма, даже в том случае, если уровень сигнала достаточен для нормальной работы тюнера.

Уменьшить влияние МЛР можно за счёт применения направленных антенн. Для высококачественного приёма сигналов вещательных УКВ ЧМ радиостанций на значительном удалении от передатчика необходимо применять эффективную направленную наружную антенну. Затраты на её изготовление окупятся повышением качества приёма.

Описание такой антенны для диапазона 88...108 МГц предлагается вниманию читателей. Её конструкция (размеры) показана на **рис. 1**, она была проверена и оптимизирована с помощью программы MMANA-GAL. Поскольку для радиовещания в УКВ диапазоне применяют вертикальную поляризацию, у этой антенны поляризация также вертикальная. Она содержит семь директоров, два рефлектора и активный (петлевой) вибратор, к которому подключено согласующе-симметрирующее устройство. Все вибраторы изготовлены из дюралюминиевой трубы с внешним



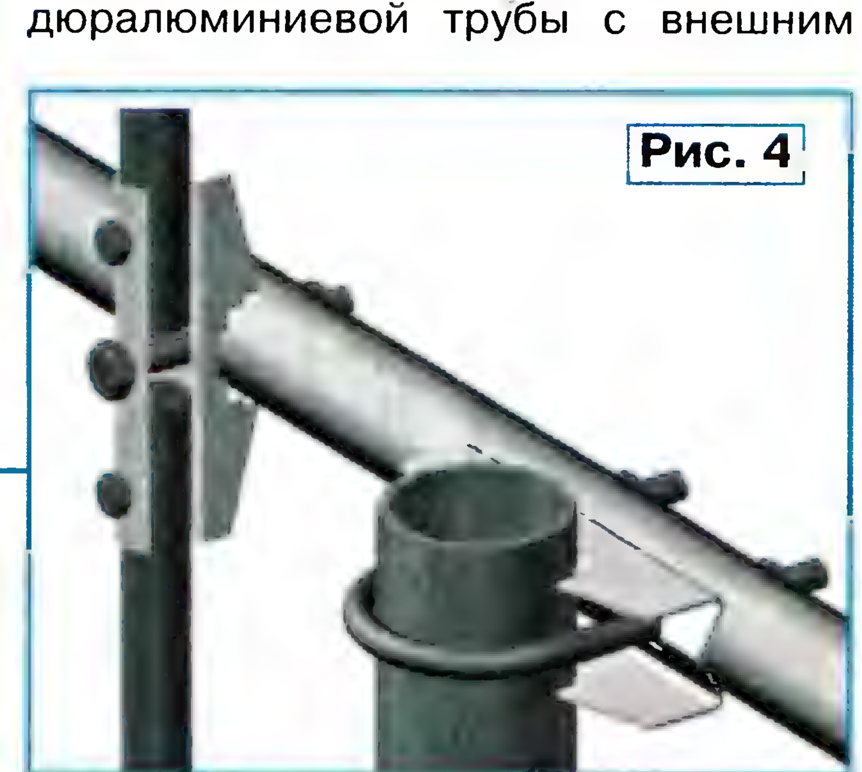


Рис. 4

диаметром 20 и толщиной стенок 2 мм, а несущая стрела и держатель рефлекторов — из стальной трубы диаметром 32 и толщиной 3 мм (водопроводная труба). Держатель рефлекторов закреплён на конце стрелы с помощью болта М8×80 с гайкой и скобы (**рис. 2**). Петлевой вибратор изготовлен из двух одинаковых частей, которые с одной стороны соединены и закреплены с помощью скобы с накладкой двумя болтами М6×30 с гайками и закреплены на стреле с помощью болта М8×70 с гайкой, а с другой — на корпусе согласующе-симметрирующего устройства (**рис. 3**). Концы вибратора, закреплённые на корпусе, предварительно расплющивают и сверлят в них крепёжные отверстия. Общий вывод согласующе-симметрирующего устройства с помощью кронштейна также крепят на стреле.

Директоры и рефлекторы также состоят из двух частей, которые скрепляют (**рис. 4**) между собой и крепят к стреле аналогично петлевому вибратору. Для изготовления мачты применена стальная труба с внешним диаметром 50 мм. Поскольку она параллельна вибраторам, для исключения её влияния на характеристики антенны верхнюю часть мачты следует выполнить составной, разделив её электрически на расстоянии 570 мм от стрелы антенны (**рис. 5**). Верхнюю и нижнюю части мачты крепят между собой с помощью стального хомута шириной 180 мм, толщиной 2 мм и четы-

Стрела антенны
570
Паронит 1 мм
Стальной хомут
Мачта

Рис. 5

К точкам А вибратора
К2 К1 К2 К1
L1 L2
Н1 Н2 Н1 Н2
С1 1,6
Кабель снижения 75 Ом

Рис. 7

Рис. 6

Стрела антенны
Активный вибратор
А К1 К2 К2 К1 А
L1 L2
Н2 Н1
Н1 С1 Н2
Кабель снижения 75 Ом
Плата

Рис. 8

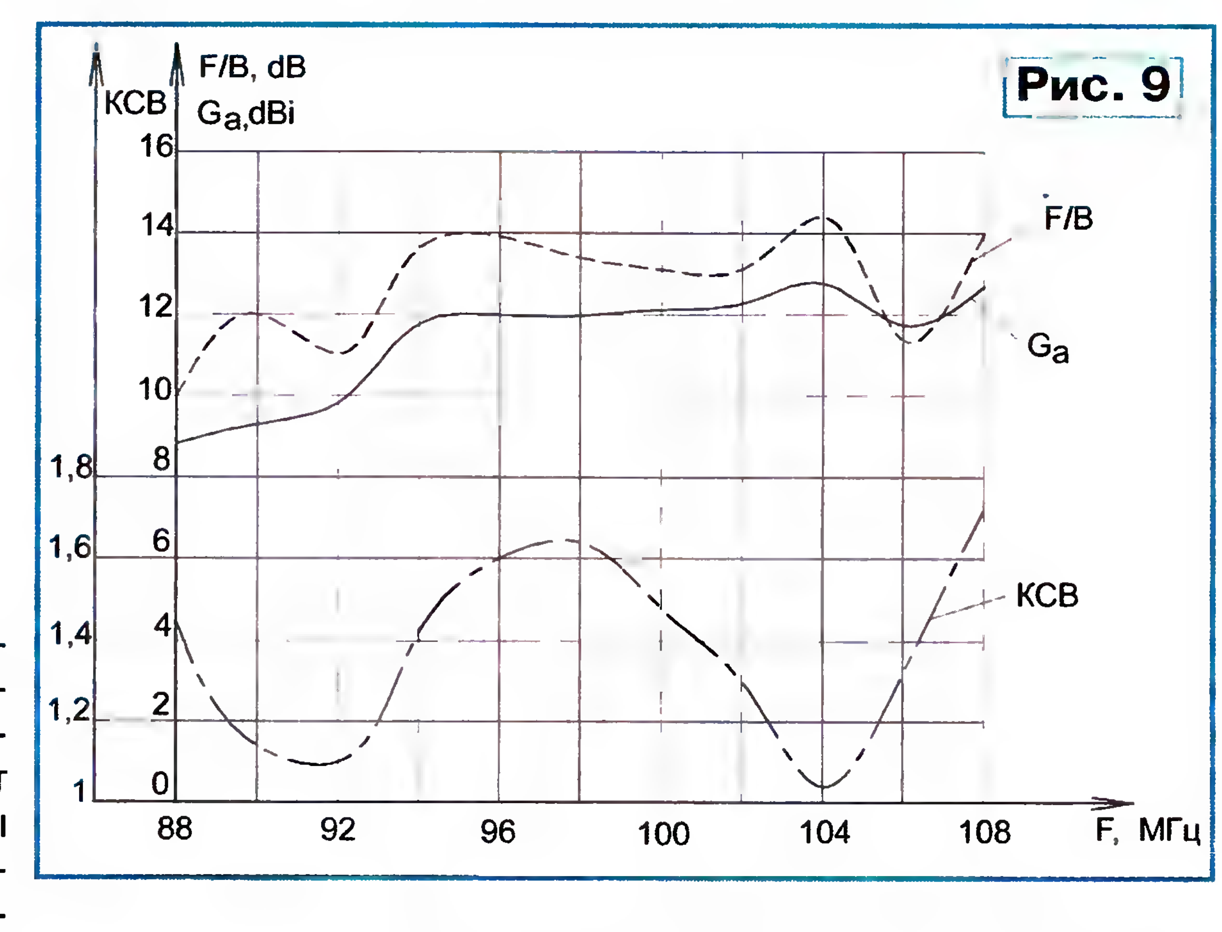


Рис. 9

рёх болтов М6×20 с гайками (**рис. 6**). Паронитовые прокладки толщиной 1 мм изолируют хомут и две части мачты друг от друга. Мачту крепят к стреле в центре тяжести антенны (см. рис. 4).

Поскольку входное сопротивление антенны составляет около 300 Ом, для подключения к кабелю снижения сопротивлением 75 Ом необходимо согласующе-симметрирующее устройство с коэффициентом трансформации 4:1. Оно применено готовое — от серийно выпускаемых антенн АТВК. Принципиальная схема этого устройства показана на **рис. 7**, а его монтаж в пластмассовом корпусе — на **рис. 8**. Катушки L1 и L2 намотаны на кольцах типоразмера 7×4×2 из феррита 50ВЧ вдвое сложенным проводом ПЭЛ 0,23 и содержат по восемь витков.

Основные расчётные характеристики антенны: КСВ, коэффициент усиления G_a и отношение излучения вперёд/назад F/B получены с помощью упомянутой выше программы и показаны на **рис. 9**. Спад коэффициента усиления наблюдается в начале диапазона, что, впрочем, компенсируется условиями распространения УКВ — чем ниже частота, тем меньше затухание. На частоте 104 МГц расчётный коэффициент усиления антенны составляет 12,7 дБ, а действующая высота — 4 м. При напряжённости поля в точке приёма 10 мкВ/м на выходе антенны будет сигнал 40 мкВ, что достаточно для качественного стереоприёма. При большой длине кабеля снижения, возможно, потребуется применение антенного усилителя.

От редакции**. Файл описания антенны для программы MMANA-GAL находится на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/09/antMMANA.zip>.

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2011

Программно-аппаратный комплекс "СКАТ" для измерения АЧХ четырёхполюсников

Р. СОКОЛЬСКИЙ, г. Грязи Липецкой обл.

Предлагаемый прибор предназначен для наблюдения и измерения в режиме реального времени на экране компьютера амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) различных четырёхполюсников (фильтров, усилителей, ВЧ трансформаторов, аттенюаторов). Наблюдение ведётся в логарифмическом или линейном масштабе. Кроме того, прибор можно использовать как генератор сигналов.

Комплекс состоит из двух частей (**рис. 1**): собственно прибора (аппаратная часть) и программы "СКАТ", устанавливаемой на персональный компьютер. Обмен информацией осуществляется через USB-порт компьютера, от которого и питается прибор.

В состав прибора входят три отдельных узла: микроконтроллерный генераторный блок, усилитель и детектор. Блочная конструкция обусловлена необходимостью экранировки детектора и усилителя. Микроконтроллерный генераторный блок обеспечивает информационную связь прибора с компьютером и формирует сигнал требуемой частоты. Этот блок может работать в режиме обычного генератора или генератора качающейся частоты (ГКЧ) для исследования АЧХ проверяемого устройства. Усилитель фильтрует сигнал генератора и усиливает его. С выхода усилителя сигнал поступает на вход исследуемого устройства. Вход блока детекторов, состоящего из логарифмического и линейного детекторов, подключают к выходу исследуемого устройства. Продетектированный сигнал поступает на вход встроенного АЦП микроконтроллера, где после преобразования он передаётся в компьютер и отображается на экране его монитора.

Основные технические характеристики

Максимальный диапазон рабочих частот, МГц .... 0,05...50
Диапазон частот, ограниченный чистотой спектра выходного сигнала, МГц ..... 0,05...33
Выходное напряжение на нагрузке 50 Ом, В 0,6

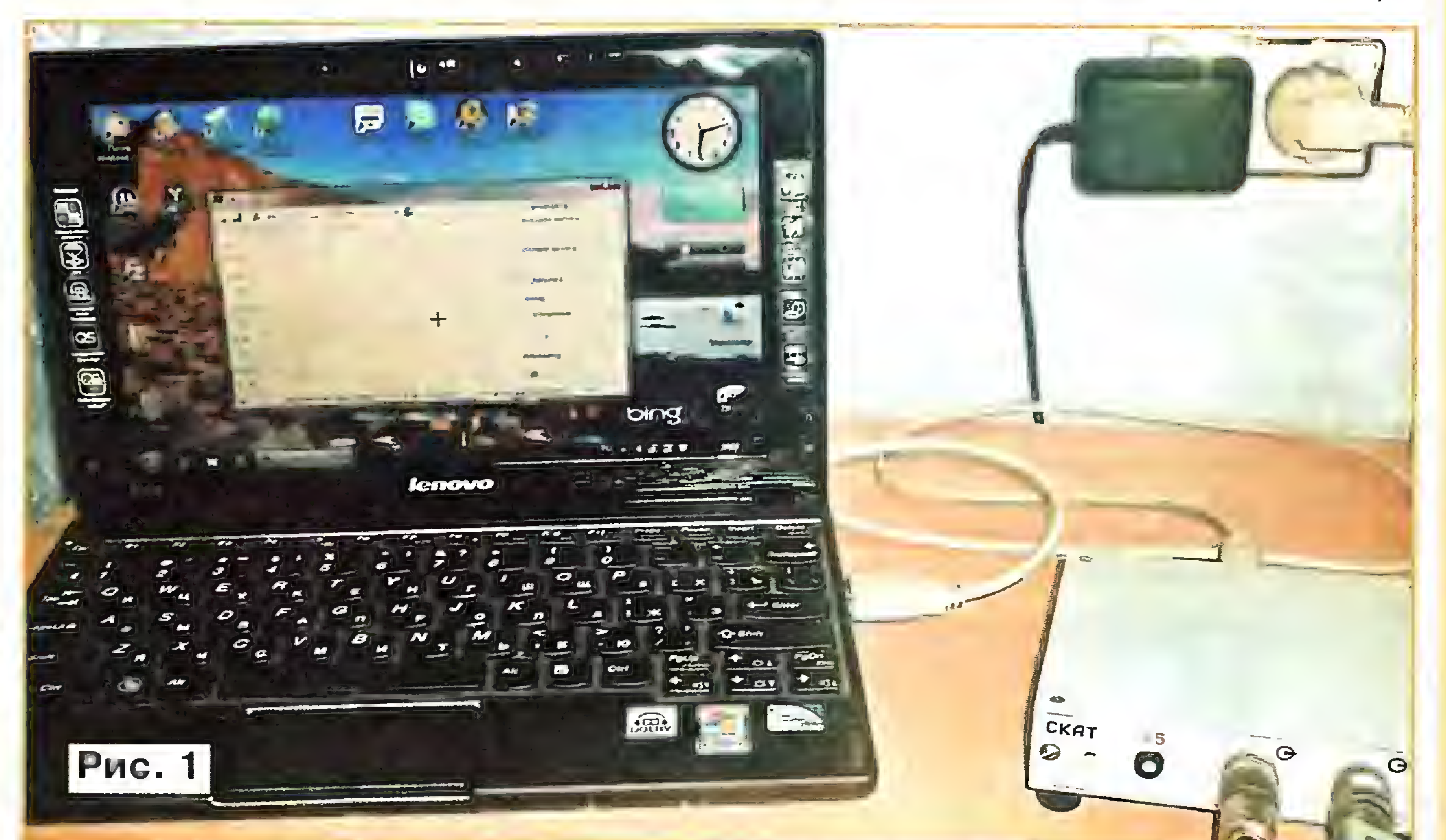


Рис. 1

Рис. 2

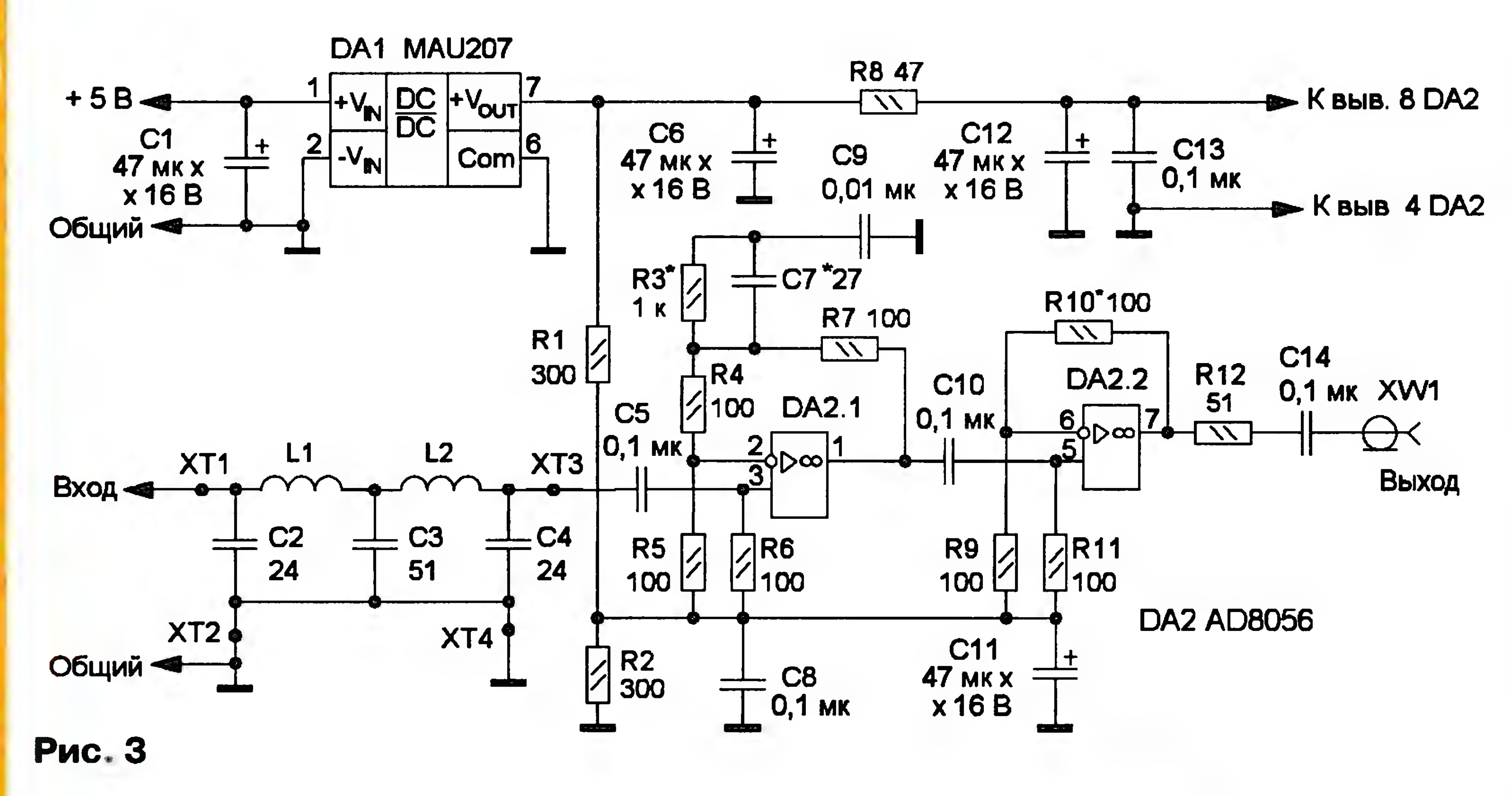


Рис. 3

Рис. 4

Диапазон измеряемого уровня сигнала в логарифмическом масштабе, дБ . . . . .0...–83
Диапазон измеряемого уровня сигнала в линейном масштабе, дБ . . . . .0...–15
Время анализа АЧХ (задаётся пользователем, но не более), с 3,2
Неравномерность собственной АЧХ в диапазоне частот 0,05...50 МГц, дБ, не более 2
Неравномерность собственной АЧХ в диапазоне частот 0,1...40 МГц, дБ, не более .0,5
Число точек анализа по оси X 420
Число точек анализа по оси Y 256
Шаг перестройки в режиме ГКЧ . . . .($F_{макс} – F_{мин}$)/420
Минимальный шаг перестройки, Гц .1
Погрешность установки частоты, Гц, не более . . . .±10

Схема микроконтроллерного генераторного блока показана на **рис. 2**. Управляемый генератор собран на микросхеме прямого цифрового синтезатора (DDS) DD3, а тактовый генератор на частоту 100 МГц — на интегральном кварцевом генераторе G1. Выходное напряжение синтезатора составляет около 200 мВ. Микроконтроллер DD1 управляет синтезатором DD3, при этом значение частоты загружается в синтезатор последовательным кодом. Тактовая частота микроконтроллера задана кварцевым резонатором ZQ1.

Для согласования уровней напряжений и выходного сопротивления детекторов со встроенным в микроконтроллер АЦП на ОУ DA1.1 и DA1.2 собраны буферные усилители. При этом ОУ DA1.1 подключают к выходу логарифмического детектора, а DA1.2 — к выходу линейного. Выбор сигнала осуществляется программно. Поскольку выходное напряжение линейного детектора превышает напряжение логарифмического, на входе ОУ DA1.2 установлен регулятор уровня сигнала на подстроечном резисторе R2. Конденсаторы C1, C2 подавляют помехи и высокочастотные составляющие в выходных сигналах детекторов. На стабилитроне VD1, транзисторе VT1 и элементах R4, R7, C4 собран регулируемый источник опорного напряжения для АЦП. Светодиод HL1 служит для индикации подключения прибора к компьютеру.

Связь с компьютером по шине USB обеспечивает микросхема преобразователя интерфейса DD2, она работает в режиме параллельного ввода—вывода восьмиразрядных кодов. Подробности обмена информацией по шине USB здесь не рассматриваются. С ними можно ознакомиться в документации на эту микросхему на сайте производителя (**http://www.ftdichip.com**).

Схема усилителя показана на **рис. 3**. На входе установлен ФНЧ L1L2C2—C4 с частотой среза 50 МГц, подавляющий сигналы с тактовой и комбинационными частотами синтезатора DDS. Усилитель двухкаскадный и собран на сдвоенном ОУ DA2. Частота единичного усиления этого операционного усилителя — 300 МГц, входное сопротивление — 100 Ом, выходное — около 50 Ом. Применено однополярное питание напряжением 9 В по схеме с искусственной средней точкой. Это напряжение формирует DC/DC преобразователь напряжения DA1. Элементы R3, C7, C9 установлены в цепь отрицательной обратной связи усилителя на ОУ DA2.1 и предназначены для коррекции его АЧХ. Подборкой резистора R3 можно увеличить усиление в области низких частот, а конденсатора C7 — высоких. Во втором каскаде усиления на ОУ DA2.2 элементов коррекции АЧХ нет. Применение двух каскадов усиления не случайно. Как известно, чем больше коэффициент усиления ОУ, тем у́же его полоса пропускания. В данном случае коэффициент усиления каждого каскада небольшой. Коэффициенты усиления двух каскадов перемножаются, а полоса пропускания остаётся достаточно широкой при малой неравномерности АЧХ. С выхода усилителя (гнездо XW1) сигнал подают на вход исследуемого устройства.

Выход исследуемого устройства подключают ко входу блока детекторов, схема которого показана на **рис. 4**. Его входное сопротивление — около 50 Ом. Применены специализированные микросхемы — логарифмический детектор собран на микросхеме DA2, линейный — на DA1. Схема была позаимствована с небольшими изменениями от прибора NWT, описание которого размещено на сайте немецких радиолюбителей (**http://www.g-qrp-dl.de/Projekte/NWT_Text/nwt_text.html**).

Все узлы прибора размещены в металлическом корпусе размерами 110×105×25 мм с крышкой. В корпусе (**рис. 5**) установлена перегородка из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. В левой части расположены микроконтроллерный блок и плата детекторов (маркировка БДТ), в правой части — усилитель. Плату детекторов следует тщательно экранировать, по-

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

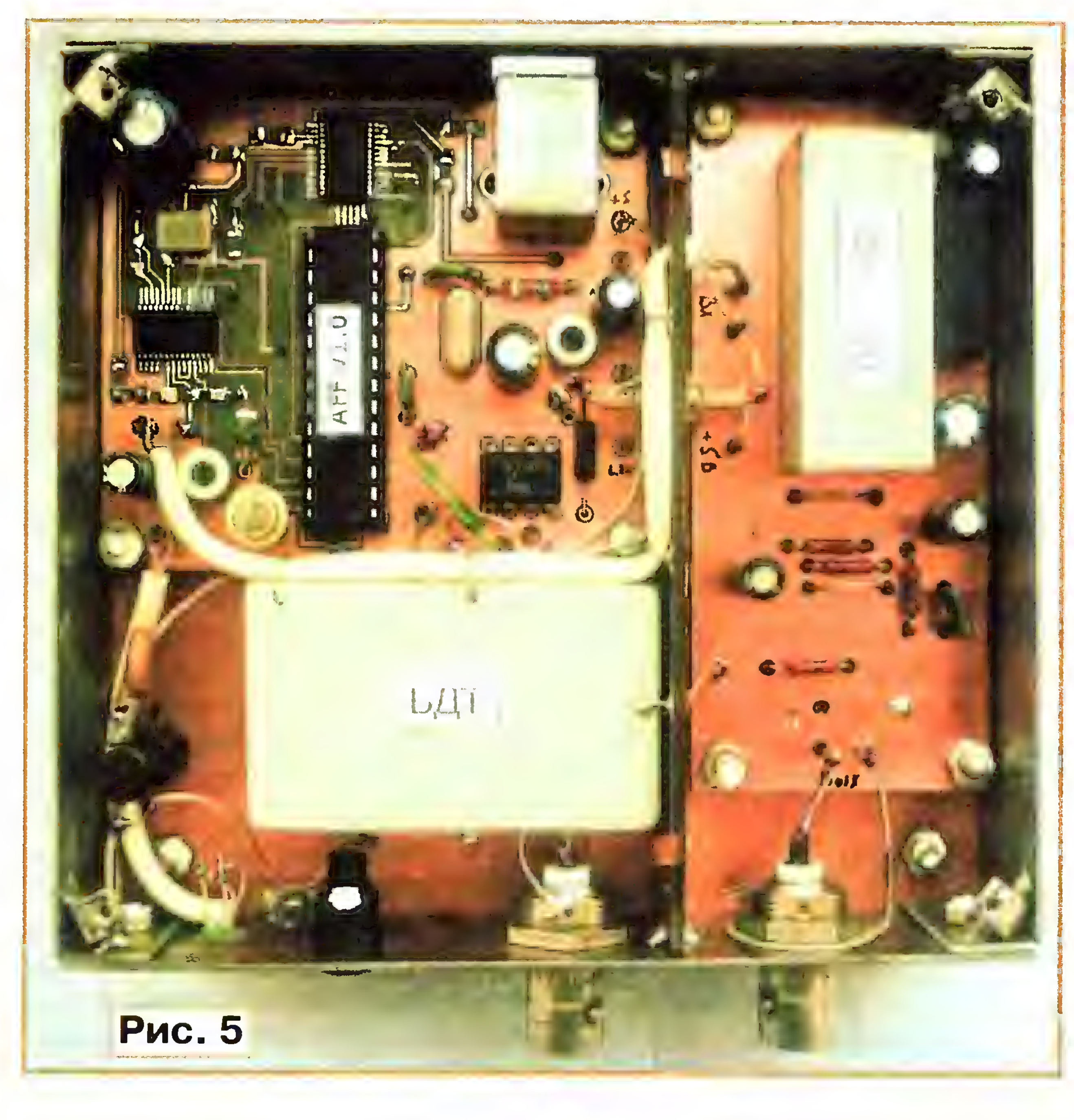


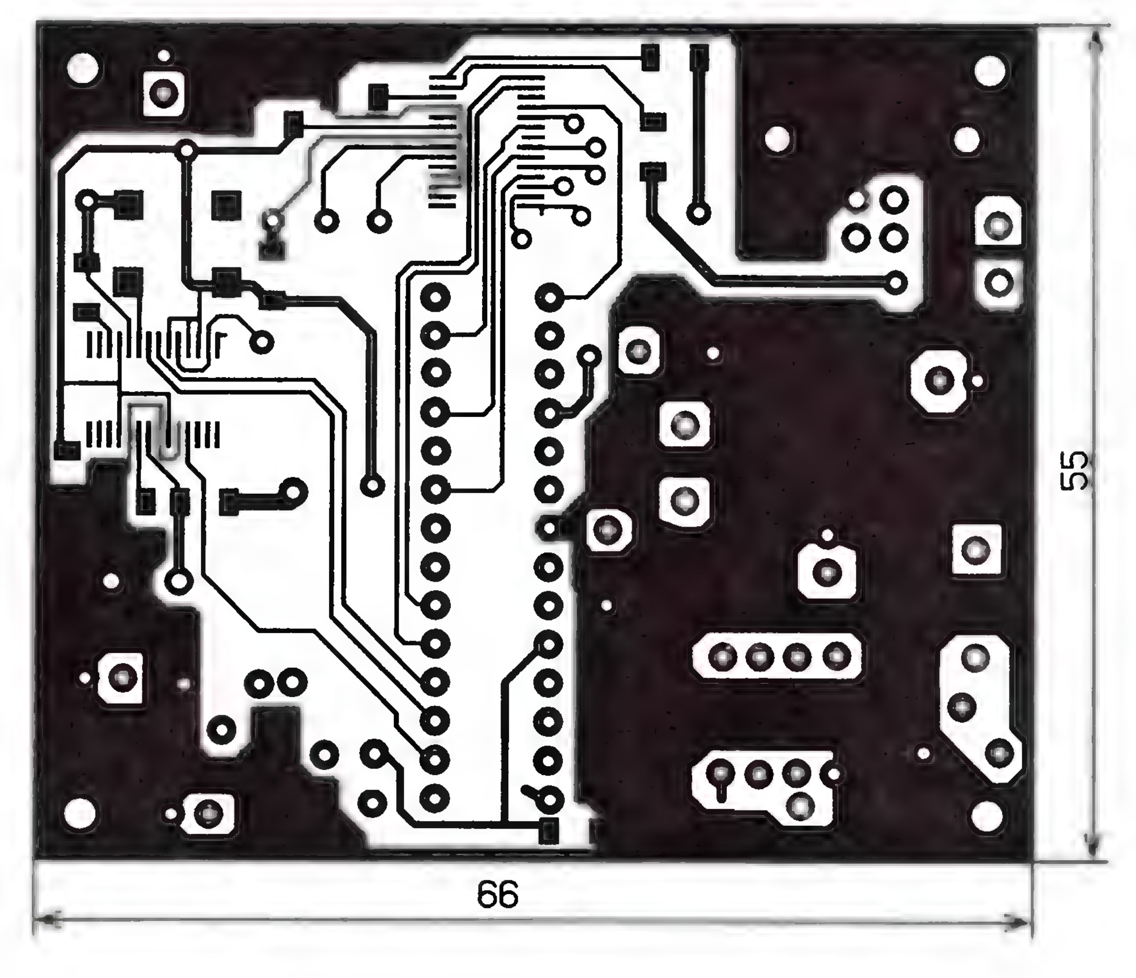
Рис. 5

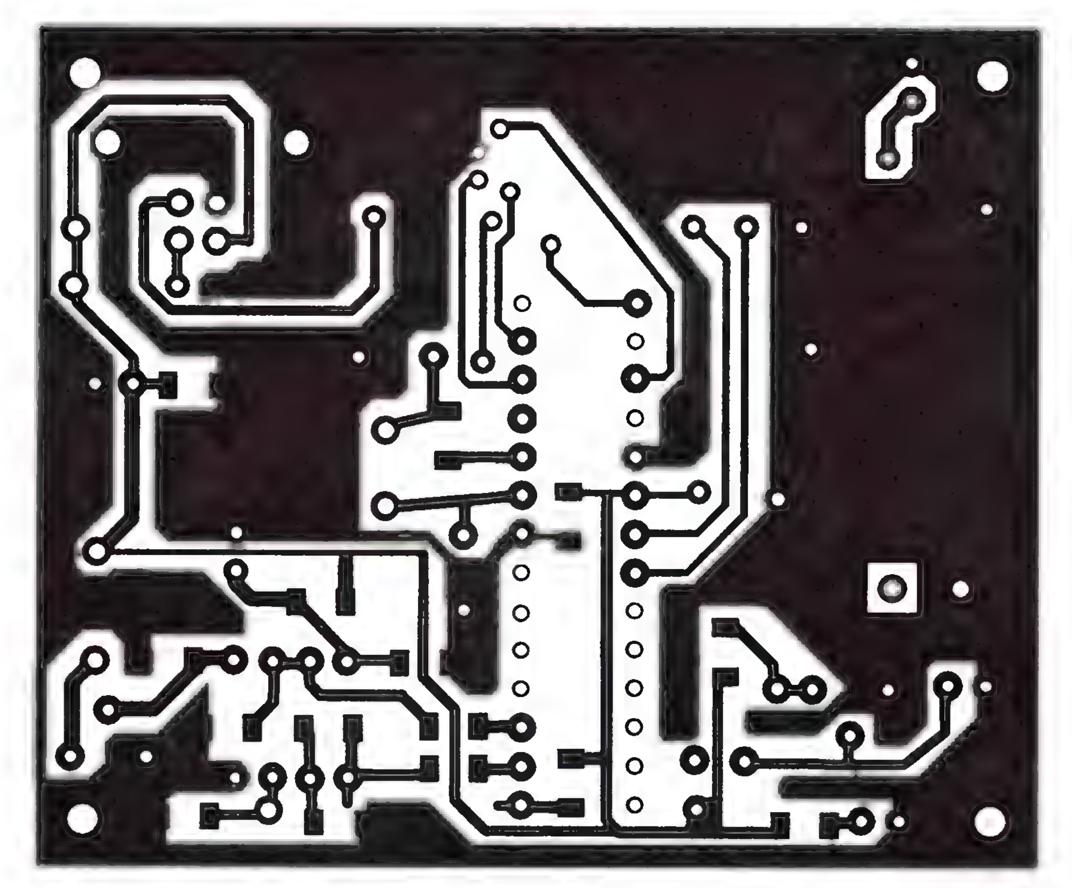
Рис. 6

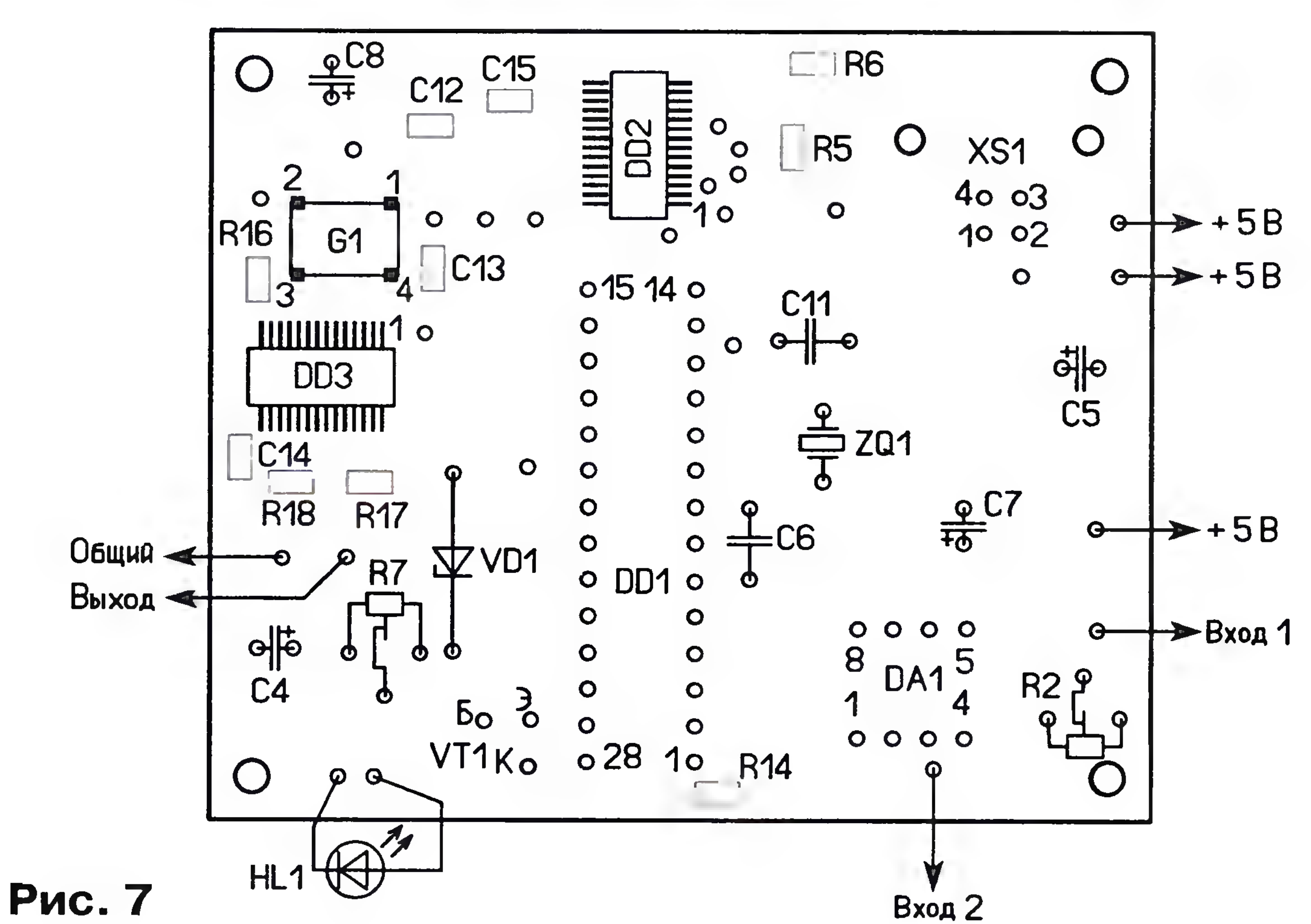
этому она была помещена в коробку размерами 48×30×15 мм, спаянную из такого же стеклотекстолита. При её изготовлении необходимо пропаивать обе стороны фольги и надёжно соединять их с металлическим дном корпуса прибора. Можно применить и металлическую коробку подходящих размеров. В стенках сделано несколько отверстий, через которые пропускают провода, по которым подают сигналы и питание.

ФНЧ усилителя (маркировка ФН-50 на рис. 5) собран на отдельной плате, которая установлена в корпус, изготовленный из фольгированного стеклотекстолита, и смонтирована на плате усилителя. Питание на усилитель подают через проходной конденсатор ёмкостью не менее 4700 пФ (на схеме не показан), который устанавливают в отверстие в перегородке. Вход усилителя соединяют с выходом генератора коаксиальным кабелем.

На передней панели прибора (**рис. 6**) размещены коаксиальные разъёмы (гнезда СР-50), индикаторный светодиод, а также гнездо +5, на которое поступает питающее напряжение +5 В, оно предназначено для питания различ-







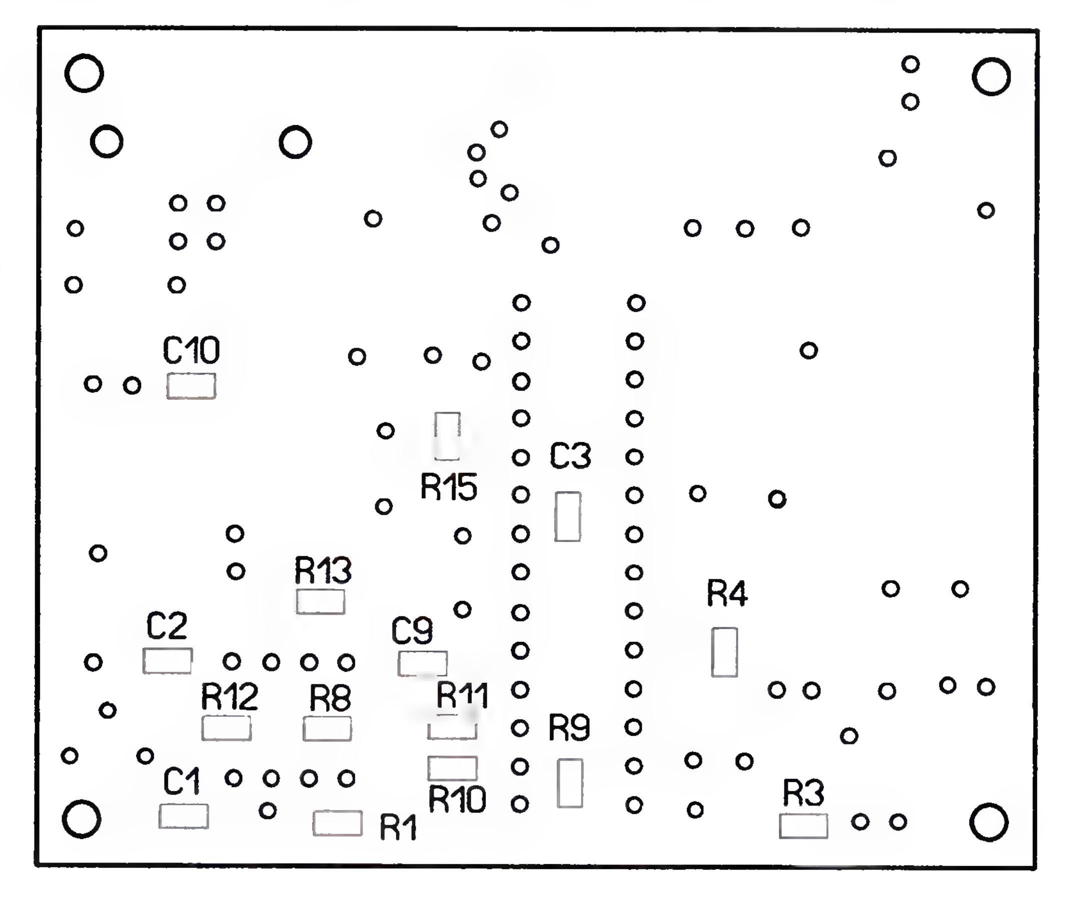
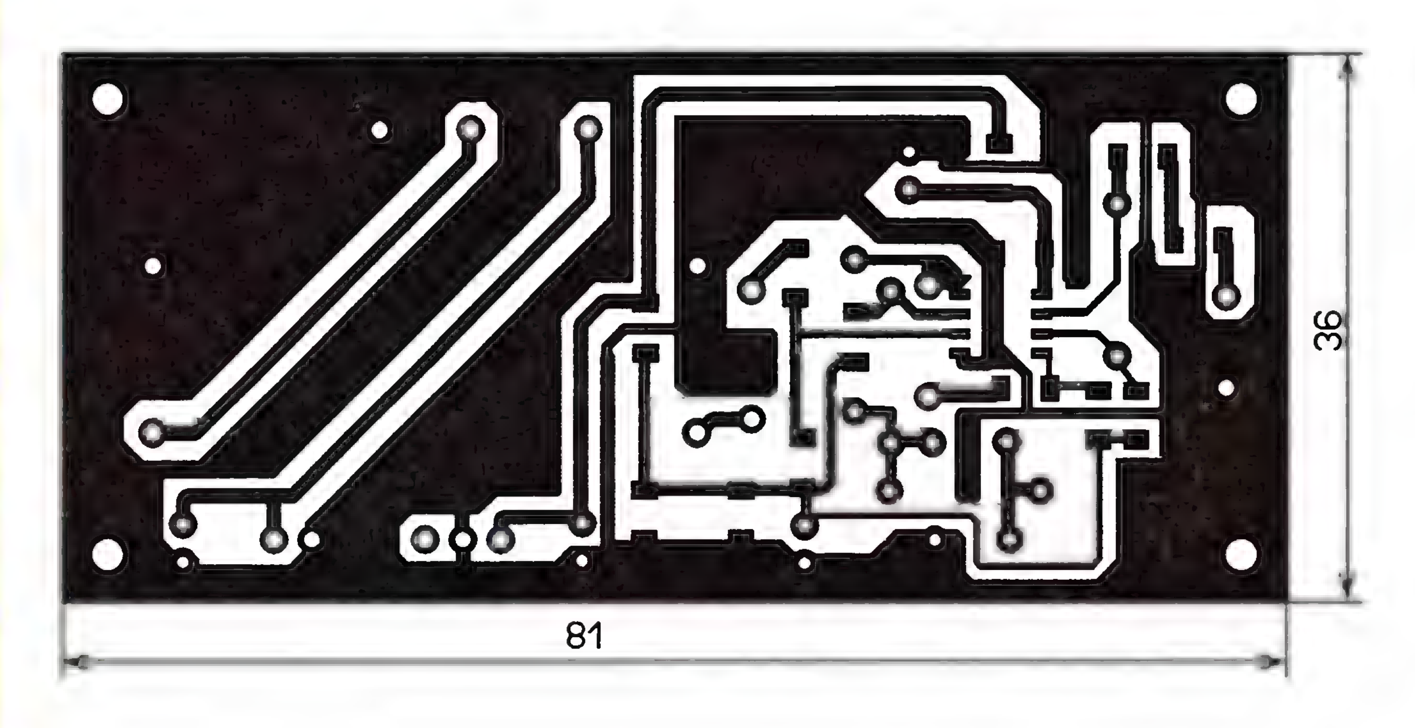
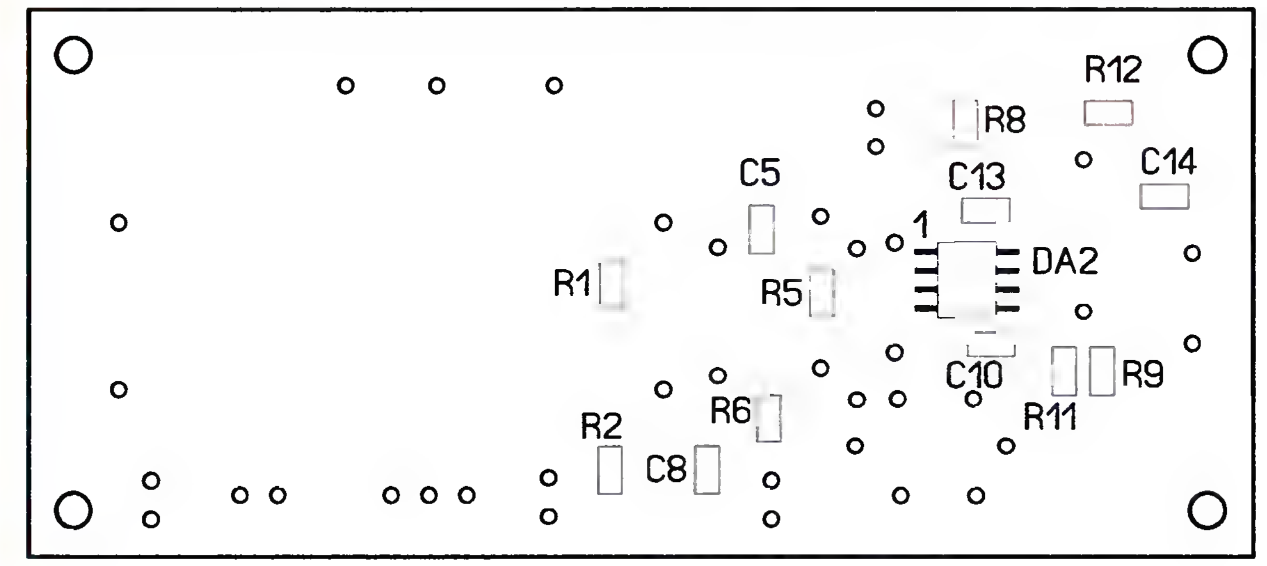


Рис. 7





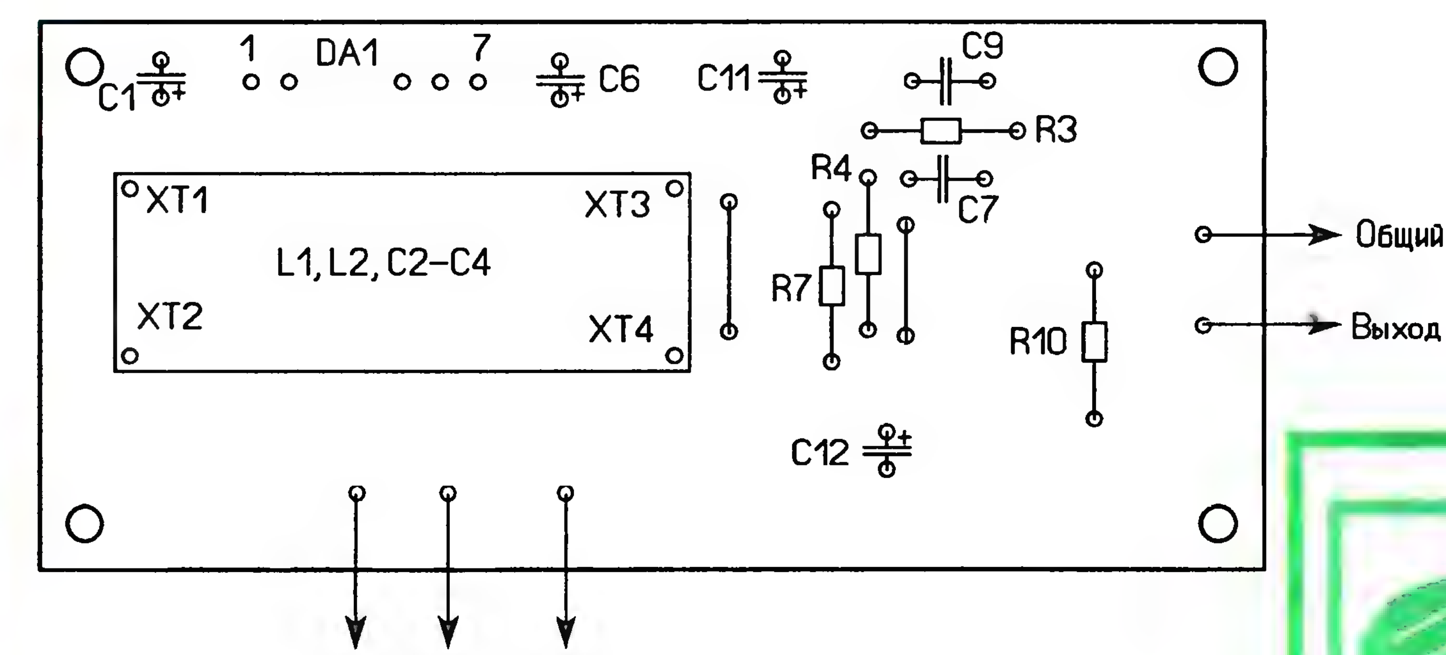


Рис. 8

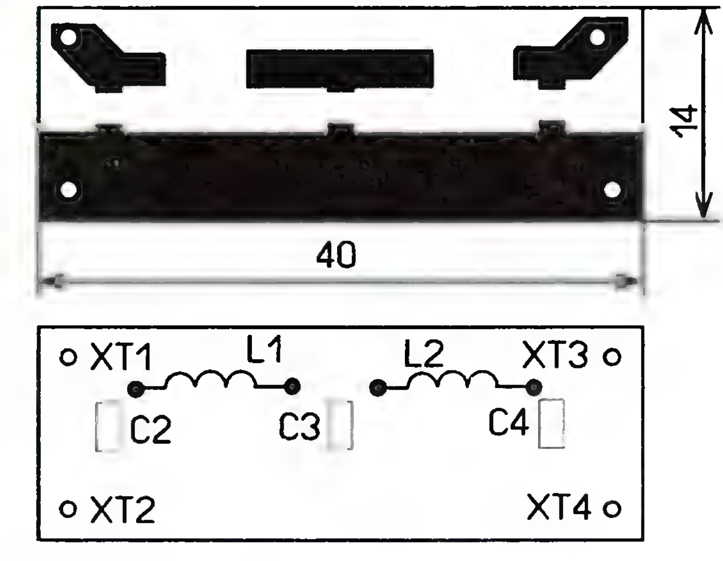


Рис. 9

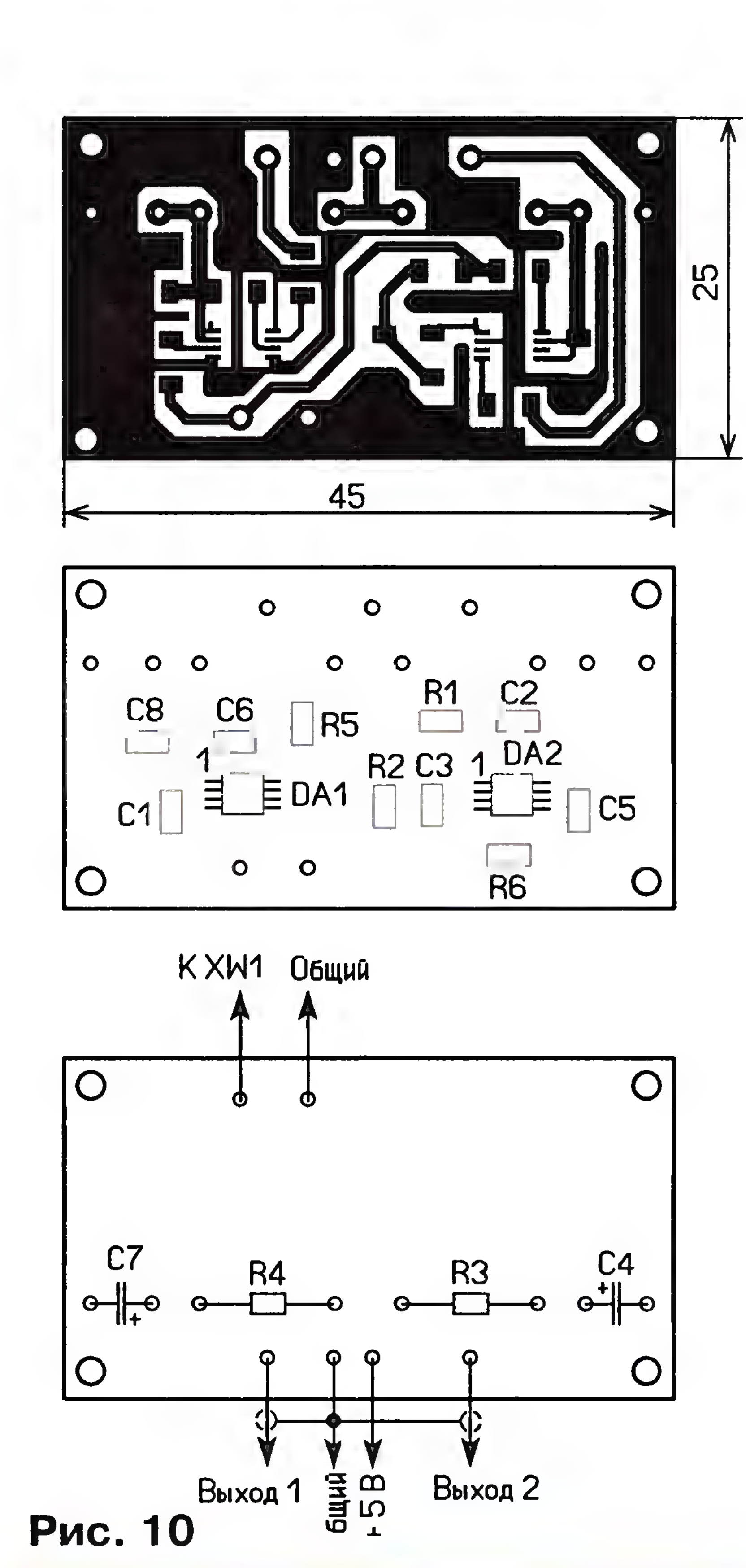


Рис. 10


(Окончание следует)

ных приставок к прибору. Это напряжение подают от разъёма USB через самовосстанавливающийся предохранитель, который смонтирован на стойке. На задней панели прибора сделано прямоугольное отверстие для этого разъёма.

Элементы микроконтроллерного блока и усилителя смонтированы на печатных платах из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. Большая часть фольги на платах используется как общий провод ("земля"). Применены элементы с выводами, монтируемыми в отверстия, и для поверхностного монтажа. Если выводы элементов не соединены с общим проводом, соответствующие отверстия зенкуют со стороны "земли".

Чертёж платы микроконтроллерного блока показан на **рис. 7**, а усилителя — на **рис. 8**. Плата ФНЧ выполнена аналогично, её чертёж показан на **рис. 9**. Контакты XT1—XT4 — из лужёного медного провода. Элементы блока детекторов установлены на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, её чертёж показан на **рис. 10**. Следует отметить, что на рис. 5 показан первоначальный вариант печатной платы микроконтроллерного блока, поэтому она имеет отличия от приведённого на рис. 7 чертежа.

Сетевой блок питания для цифровой фотокамеры

А. ЗЫЗЮК, г. Луцк, Украина

Предлагаемый сетевой блок питания повышенной надёжности обеспечивает защиту цифровой фотокамеры от повреждения чрезмерным напряжением и током питания в ряде аварийных ситуаций.

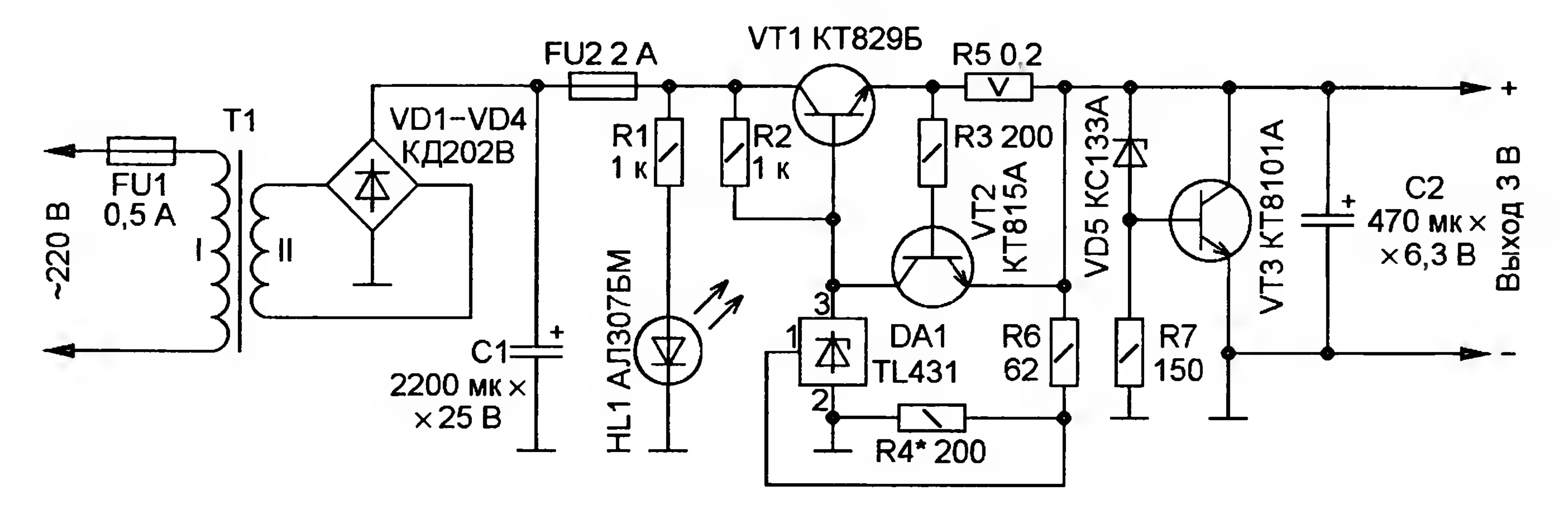
В современных цифровых фотокамерах быстро разряжаются элементы питания. Например, фотокамера Canon A530 в режиме просмотра снимков потребляет ток не больше 0,2 А. Зато режим фотосъёмки без вспышки требует от источника питания ток не менее 0,4 А, а **со вспышкой — уже не меньше 0,7 А**. В этой фотокамере используются два гальванических элемента питания типоразмера АА, которые могут быть оперативно заменены. В большинстве других фотокамер предусмотрено питание только от аккумуляторов. Это ещё одна серьёзная проблема большинства современных устройств. Разрядка штатного аккумулятора не даёт никакой возможности дальнейшей эксплуатации фотокамеры. Вот тут-то и выручает быстрая замена элементов питания. Наличие в кармане двух запасных свежих гальванических элементов легко решает проблему преодоления внезапной разрядки аккумуляторов.

При использовании фотовспышки гальваническими элементами уже невозможно запастись — они быстро разряжаются. Высококачественные элементы служат дольше, но и цены на них в последнее время резко возросли. Вскоре стало ясно, что эксплуатация фотокамеры от гальванических элементов весьма разорительна.

Имеющиеся энергоёмкие малогабаритные аккумуляторы ёмкостью 2650 мА·ч, естественно, выручают. Но они тоже быстро разряжаются. Главное, что это происходит неожиданно. Есть ещё один серьёзный недостаток при эксплуатации фотокамеры от 1,2-вольтных аккумуляторов. Задолго до полной разрядки аккумулятора до 1 В фотокамера перестаёт функционировать. Она просто "требует" заменить элементы питания соответствующей надписью на дисплее и после этого автоматически выключается. Изъятые аккумуляторы имеют напряжение 1,1...1,15 В при токе нагрузки 0,5 А, т. е. налицо недоиспользованность аккумуляторов. Причём весьма солидная. Неизвестно, как заряжать эти аккумуляторы, поскольку не знаем, какой заряд им следует сообщить. И тут уже ничего не остаётся, как перед зарядкой принудительно разряжать недоиспользованные аккумуляторы до напряжения 0,9...1 В. На это уходит несколько часов. Как видим, налицо невозможность максимального использования энергии как аккумуляторов, так и гальванических элементов.

Поэтому в стационарных условиях эксплуатации целесообразно фотокамеру питать от электросети через соответствующий блок. Главное требование к нему — надёжность. Ни при каких обстоятельствах он не должен повредить дорогостоящую фотокамеру.

С учётом этого требования разработано устройство, схема которого показана на **рисунке**. Это линейный компенсационный стабилизатор напряжения с ограничением выходного тока и узлом защиты от аварийного повышения выходного напряжения. Сетевой трансформатор Т1, диодный мост VD1—VD4 и сглаживающий конденсатор С1 применены от блока питания промышленного изготовления БП 12/10 (12 В, 10 Вт).



В устройстве применена микросхема параллельного стабилизатора TL431 (DA1). На её управляющий вход поступает напряжение с делителя R6R4, резисторы которого подобраны так, что при номинальном выходном напряжении на резисторе R4 будет 2,5 В. Если выходное напряжение по каким-либо причинам превысит номинальное, ток через микросхему DA1 резко возрастёт, что приведёт к уменьшению напряжения на базе регулирующего транзистора VT1 и, соответственно, восстановлению номинального выходного напряжения стабилизатора. С целью обеспечения надёжности транзистор VT1 выбран с большим запасом по напряжению, току и мощности.

Узел ограничения выходного тока собран на транзисторе VT2 и резисторах R3, R5. Резистор R5 — датчик тока нагрузки. В момент, когда падение напряжения на нём превышает 0,6 В, транзистор VT2 открывается и сдерживает рост тока базы транзистора VT1, в результате чего выходной ток ограничен на уровне 3 А. Транзистор VT2 выбран мощным тоже из соображения надёжности. Были случаи выхода из строя маломощных транзисторов (из серий КТ315 и КТ503) в аналогичных защитных узлах. Но повреждений мощных транзисторов не было.

Достоинства предлагаемого стабилизатора напряжения — включение датчика тока в разрыв плюсового, а не минусового (общего) провода питания, а также отсутствие "просадки" выходного напряжения при подходе тока нагрузки к пределу ограничения.

Несмотря на высокую надёжность стабилизатора напряжения, если он всё-таки выйдет из строя, фотокамера может быть повреждена повышенным напряжением питания. Чтобы не допустить этого, применён узел защиты на транзисторе VT3, стабилитроне VD5 и резисторе R7. При аварийном повышении выходного напряжения открываются стабилитрон VD5 и транзистор VT3, ток коллектора которого пережигает предохранитель FU2. Такие узлы хорошо проверены автором для защиты нитей накала кинескопов телевизоров при их питании постоянным током.

Поскольку предлагаемое устройство предназначено для домашнего пользования, то не ставилась задача минимизации его массогабаритных показателей. Поэтому оно размещено в корпусе от упомянутого выше блока БП 12/10, который в наше время удаётся без особого труда очень дёшево приобрести. Вторичная обмотка сетевого трансформатора перемотана: число её витков уменьшено примерно на 30 %, при этом напряжение обмотки снизилось до 7,7 В. Можно также применить любой сетевой трансформатор мощностью 5...10 Вт с обмоткой на 6...6,3 В, в том числе накальный для ламповой техники.

Допустимо использовать и современные малогабаритные трансформаторы. Но у многих из них заявленные характеристики не соответствуют реальным. Пригоден только такой трансформатор, обмотка которого способна обеспечить выходной ток 2 А при напряжении не менее 6 В. Подойдёт даже трансформатор с обмоткой всего на 5 В, если в выпрямительном мосте VD1—VD4 применить диоды с меньшим падением напряжения, например, германиевые из серий Д302—Д305 или диоды Шотки 1N5822, КД2998А—КД2998Г.

Оксидные конденсаторы могут быть любыми, ёмкость конденсатора С1 должна быть не менее 1000 мкФ. Датчик тока — резистор R5 — С5-16МВ-5. В случае необходимости он может быть самодельным из нихромовой проволоки. Остальные резисторы — МЛТ-0,25.

Блок питания смонтирован на макетной плате. Диоды выпрямительного моста КД202В (VD1—VD4) можно заменить другими с максимальным прямым током не менее 3 А, например, из серий КД213, Д242, Д243, или применить готовые мосты BR305 или BR605.

Регулирующий транзистор КТ829Б (VT1) размещён на ребристом теплоотводе с площадью охлаждающей поверхности около 150 см^2. Этот транзистор — составной. Он может быть любым из серии КТ829 или КТ827, а также зарубежным BDX53C. Транзистор VT2 —

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

любой из серий КТ815, КТ817. Транзистор VT3 — любой мощный кремниевый низкочастотный структуры n-p-n с максимальным постоянным током коллектора не меньше 5 А, например, из серий КТ803, КТ808, КТ819, BD911. Этот транзистор установлен без теплоотвода, так как он не успевает нагреться за время перегорания предохранителя FU2. Отсюда следует, что суррогатные предохранители в данной конструкции применять нельзя.

Светодиод HL1 — любого цвета свечения. Стабилитрон КС133А (VD5) можно заменить на КС139А или зарубежными BZX55C3V3, BZX55C3V6, BZX55C3V9.

Налаживание блока питания, собранного из исправных деталей, несложно. Но учитывая, что к нему подключают дорогостоящую нагрузку, к этому процессу следует отнестись весьма ответственно. Вначале отдельно проверяют защитный узел на транзисторе VT3. На время налаживания этот транзистор устанавливают на теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности 200 см^2. Узел подключают к лабораторному блоку питания с плавно регулируемым выходным напряжением 0... 15 В и ограничением выходного тока до 3 А. При отсутствии лабораторного блока питания можно воспользоваться налаживаемым стабилизатором напряжения, для чего постоянный резистор R4 временно заменяют переменным, включённым как реостат. Необходимо убедиться, что транзистор VT3 надёжно открывается и замыкает выход источника питания при напряжении не более 4,5 В.

Затем проверяют защиту по выходному току. Необходимый уровень ограничения тока устанавливают подбором сопротивления датчика тока — резистора R5. После этого при необходимости подбирают сопротивление резистора R4, чтобы установить выходное напряжение в пределах 3...3,2 В. Наконец, подключая и отключая нагрузку сопротивлением 4 Ом к выходу, проверяют стабильность выходного напряжения. Оно не должно изменяться более чем на 10 мВ. Напряжение измерено прибором В7-38 непосредственно на плате.

От предлагаемого устройства можно одновременно питать две фотокамеры. За время эксплуатации (около двух лет) замечаний к его работе не было.

***От редакции.** Для большей надёжности защиты фотокамеры от аварийного повышения выходного напряжения коллектор транзистора VT3 лучше подключить не к выходу стабилизатора напряжения, а к его входу — точке соединения верхних по схеме выводов резисторов R1, R2, коллектора транзистора VT1 и правого по схеме вывода предохранителя FU2.*

Регулируемый стабилизатор напряжения с "резисторным теплоотводом"

С. КАНЫГИН, г. Харьков, Украина

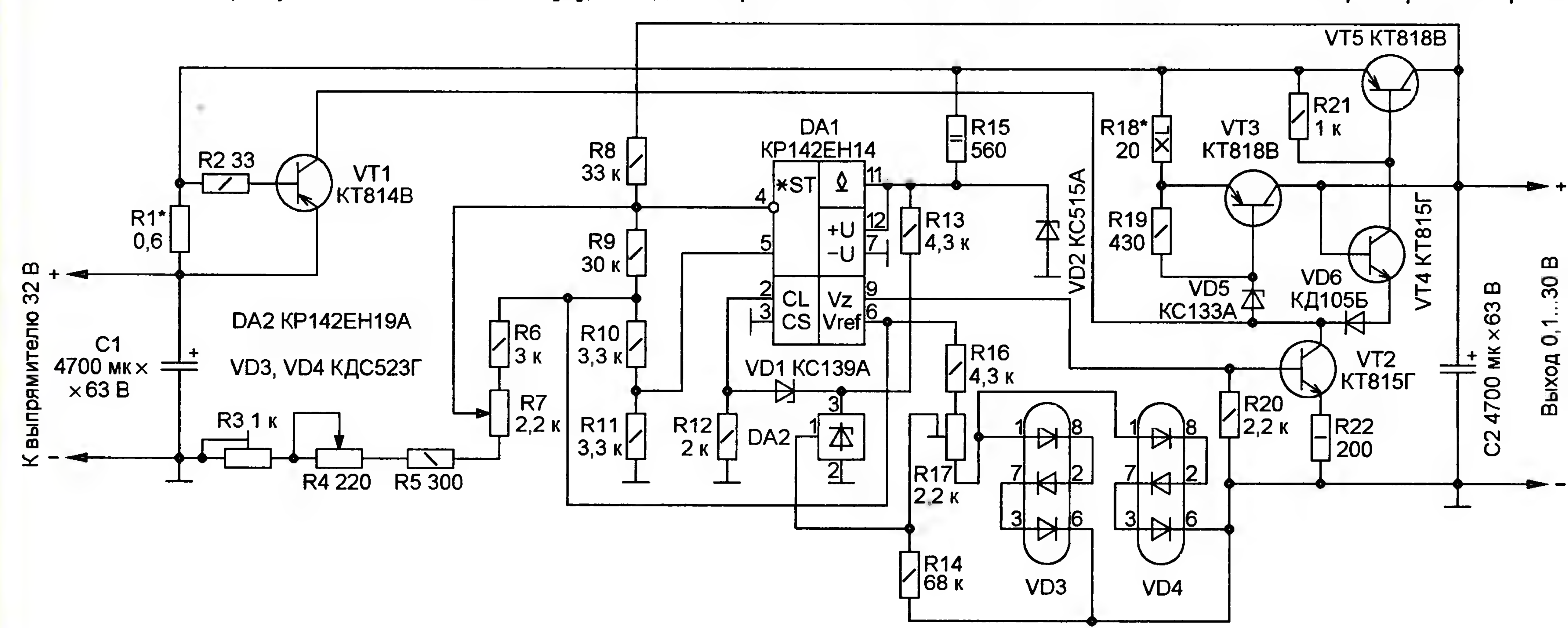
В предлагаемом стабилизаторе напряжения часть рассеиваемой энергии отведена от регулирующих транзисторов в мощные резисторы, размещённые снаружи на задней стенке корпуса прибора. Благодаря этому удалось снизить температуру внутри корпуса и, соответственно, повысить стабильность выходного напряжения.

Стабилизатор напряжения, собранный по описанию в статье [1], был изготовлен и испытан в нескольких экземплярах. Когда это было возможно, теплоотвод с регулирующим транзистором устанавливался снаружи прибора на его задней стенке. Но, к сожалению, некоторые имеющиеся в продаже готовые корпусы оказались для этого непригодны, поэтому теплоотводы приходилось устанавливать внутри. От регулирующего узла нагревалась также микросхема с источником образцового напряжения. В результате выходное напряжение стабилизатора дрейфовало на несколько милливольт за час работы, что очень заметно при малом выходном напряжении. Некоторые детали стабилизатора, например микросхема К1156ЕР1П, и, как ни странно, диоды КД105Б датчика температуры могут отсутствовать в продаже.

С целью устранения указанных недостатков разработан усовершенствованный стабилизатор, схема которого показана на **рисунке**. Его параметры практически такие же, как у прототипа [1], но долговременная стабильность выходного напряжения при максимальной рассеиваемой мощности в несколько раз выше. Узел управления устройством выполнен на микросхеме КР142ЕН14 (DA1) [2]. На транзисторе VT1 собран узел ограничения максимального выходного тока стабилизатора. Транзистор VT2 усиливает сигнал с выхода Vz микросхемы DA1. Регулирующий узел образуют транзисторы VT3—VT5 и резистор R18. Узел тепловой защиты регулирующих транзисторов собран на микросхеме DA2 [3] и диодных сборках — термодатчиках VD3 и VD4.

Устройство работает так. Часть выходного напряжения стабилизатора подаётся через резистор R8 на инвертирующий вход усилителя сигнала ошибки микросхемы DA1. Повышение напряжения стабилизатора приводит к увеличению тока через резистор R8 и к уменьшению тока через микросхему и регулирующий узел и, соответственно, к восстановлению исходного выходного напряжения, которое регулируют грубо резистором R7 и точно — резистором R4.

При перемещении движка резистора R7 вверх по схеме повышается напряжение на инвертирующем входе микросхемы DA1, в результате чего уменьшается ток через неё, что приводит к изменению тока через резистор R8,



благодаря чему равенство напряжений на входах 4 и 5 микросхемы DA1 восстанавливается при более низком выходном напряжении. При обрывах в цепях движков переменных резисторов R4 и R7 выходное напряжение не может стать больше, чем оно могло быть установлено этими резисторами. Перемещением движка подстроечного резистора R3 устанавливают минимальное выходное напряжение (около 0,1 В) при верхнем по схеме положении движка резистора R7.

Выходной сигнал микросхемы DA1 усиливается транзистором VT2 и поступает на регулирующий узел, выполненный на транзисторах VT3—VT5 и резисторе R18 мощностью не менее 40 Вт. Усовершенствованный регулирующий узел позволяет уменьшить мощность, рассеиваемую его транзисторами путём отвода части этой мощности на параллельно соединённые мощные резисторы, обозначенные на схеме как один резистор R18. Дело в том, что многие из имеющихся в продаже приборных корпусов не приспособлены для установки на их задней стенке, снаружи прибора, тяжёлого и крупногабаритного теплоотвода регулирующих транзисторов. Однако почти все эти корпусы допускают установку на их задней стенке одного или нескольких мощных резисторов. Если отвести на эти резисторы значительную часть мощности, выделяемой регулирующим узлом, стабилизатор будет меньше нагреваться изнутри, что повысит как его надёжность, так и долговременную стабильность выходного напряжения. Регулирующие транзисторы VT3 и VT5 можно непосредственно установить на один теплоотвод, так как их коллекторы соединены.

Регулирующий узел работает так. Током коллектора транзистора VT2 приоткрывается регулирующий транзистор VT3, ток нагрузки течёт через этот транзистор и резистор R18. Если ток нагрузки небольшой, напряжение между эмиттером транзистора VT3 и выходом стабилизатора будет, скорее всего, больше 3 В. В этом случае напряжение на коллекторе транзистора VT2 с учётом падения напряжения на стабилитроне VD5 окажется больше выходного и транзистор VT4, а следовательно, и транзистор VT5 будут закрыты.

Если ток нагрузки увеличивается, то вследствие возрастания падения напряжения на резисторе R18 уменьшается напряжение на эмиттере транзистора VT3 и снижается напряжение между эмиттером транзистора VT3 и выходом стабилизатора. Может оказаться, что напряжение между коллектором и эмиттером транзистора VT3 станет меньше 3 В, т. е. этот транзистор будет в режиме, близком к насыщению. Но в таком случае напряжение на коллекторе транзистора VT2 также понизится и станет меньше выходного, откроются транзисторы VT4, VT5 и часть тока потечёт в нагрузку в обход резистора R18. Очевидно, чем меньше выходное напряжение, тем больший ток стабилизатор может отдавать в нагрузку через резистор R18 без открывания транзистора VT5. В предлагаемом стабилизаторе сопротивление резистора R18 выбрано так, что при выходном напряжении менее 8 В транзистор VT5 не открывается даже при максимальном выходном токе и не менее половины рассеиваемой стабилизатором мощности отводится на резистор R18.

В предлагаемом стабилизаторе предусмотрено ограничение максимального тока нагрузки. К сожалению, оно не может быть выполнено так, как описано в [1]. При фиксированном токе коллектора транзистора VT2 от тока нагрузки зависит, какой из регулирующих транзисторов открыт. Поэтому пришлось применить более сложный узел ограничения максимального выходного тока с датчиком тока R1. К сожалению, это увеличивает минимальное падение напряжения между входом и выходом стабилизатора до 1 В. Ещё один вольт желательно иметь в запасе, поэтому на схеме указано минимальное рекомендуемое входное напряжение с учётом его пульсаций. Напряжение, создаваемое током нагрузки на резисторе R1, поступает на базу транзистора VT1. При перегрузке по току этот транзистор открывается, ток его коллектора закрывает регулирующий узел.

Работа узла тепловой защиты регулирующих транзисторов основана на снижении прямого напряжения диодных сборок — термодатчиков VD3, VD4 при повышении температуры. Термодатчики VD3, VD4 находятся в тепловом контакте с регулирующими транзисторами. При перегреве любого из них напряжение на входе 1 микросхемы DA2 становится ниже 2,5 В, в результате чего ток, текущий через резистор R13, начинает течь через стабилитрон VD1 и резистор R12, создавая на нём падение напряжения, которое отключает микросхему DA1 по её входу 2 (CL), а следовательно, и весь стабилизатор на время, пока регулирующие транзисторы не остынут.

Управляющий узел на микросхеме DA1 и резисторах R3—R11 чувствителен к электромагнитным помехам и температуре, поэтому наиболее длинные проводники этого узла лучше экранировать, а сам узел поместить подальше от сетевого трансформатора и сильно нагревающихся элементов. Точки подключения к общему проводу резисторов R3 и R11, микросхемы DA1 и экраны следует соединить между собой и подключить отдельным проводом к минусовому выводу конденсатора C2. Вывод 2 микросхемы DA2, нижний по схеме вывод резистора R14 и выводы 6 диодных сборок VD3 и VD4 также соединяют между собой и отдельным проводом с минусовым выводом конденсатора C2. Диодные сборки лучше подключать тонкими проводами, чтобы через толстые не уходило тепло, снижая чувствительность защиты.

Регулирующие транзисторы VT3 и VT5 устанавливают на теплоотводе площадью не менее 200 $см^2$, остальные транзисторы — не менее 20 $см^2$. Диодные сборки VD3 и VD4 содержат по четыре включённых последовательно кремниевых диода. В принципе, годятся практически любые диоды, но их корпус должен обеспечивать хороший тепловой контакт с регулирующими транзисторами и быть малогабаритным, чтобы не увеличивать инерционность защиты.

Очень хороша в качестве термодатчика транзисторная сборка КТС622А, в которой надо последовательно включить три эмиттерных перехода, как диоды. Стабилитрон КС515А (VD2) можно заменить двумя последовательно соединёнными стабилитронами малой мощности с суммарным напряжением 15 В, например, Д814А и КС168А.

Постоянные резисторы блока управления R5, R6, R8—R11 лучше применить точные и термостабильные от измерительных приборов, например, из серий БЛП, С2-13. Подстроечные резисторы лучше взять проволочные, например СП5-2. При обрыве верхнего по схеме вывода резистора R7 выходное напряжение стабилизатора возрастёт до максимума, поэтому этот резистор, а ещё лучше и резистор R4 должны быть надёжными, например, из серий СП3-40, ППБ. Резистор R18 должен быть мощностью не менее 40 Вт, например, из серии ПЭВ.

Микросхема КР142ЕН14 имеет импортные аналоги: LM723J, LM723CN, MAA723, μA723. Микросхема КР142ЕН19А также имеет полные импортные аналоги TL431, PL431.

Налаживание стабилизатора начинают с подбора резистора R1 — датчика выходного тока. Сначала устанавливают резистор заведомо большего сопротивления, измеряют максимальный выходной ток, затем, уменьшая сопротивление резистора R1, увеличивают ток до требуемого.

Налаживание узла тепловой защиты проводят с помощью вольтметра с входным сопротивлением не менее 1 МОм. После включения, пока стабилизатор не нагрелся, перемещают движок резистора R17 и измеряют напряжение на входе микросхемы DA2, при котором стабилизатор отключается. Затем разрывают цепь входа микросхемы DA2 и перемещением движка резистора R17 вверх по схеме повышают напряжение на нём на 250...300 мВ. После этого восстанавливают соединение входа микросхемы DA2 с резисторами R14 и R17. Если вход микросхемы не отключить, то из-за влияния входного тока микросхемы точность установки срабатывания защиты ухудшится.

Некоторые экземпляры микросхем КР142ЕН19А и её импортных аналогов могут генерировать в открытом состоянии синусоидальное напряжение с размахом около 0,3 В и частотой в несколько мегагерц. Хотя такое малое напряжение не может повлиять на работу микросхемы DA1, его лучше устранить, подключив между её выводом 2 и общим проводом керамический конденсатор ёмкостью около 0,1 мкФ.

Из-за невозможности полного закрывания регулирующих транзисторов минимальное напряжение на выходе устройства без нагрузки может быть несколько больше нуля. Его можно уменьшить, подключив к выходу стабилизатора резистор, сопротивление которого подбирают экспериментально.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Каныгин С.** Регулируемый стабилизатор напряжения с тепловой защитой. — Радио, 2007, № 12, с. 32, 33.

2. **Нефедов А., Головина В.** Микросхема КР142ЕН14. — Радио, 1993, № 10, с. 42; 1994, № 1, с. 41, 42; 1994, № 2, с. 43.

3. **Янушенко Е.** Микросхема КР142ЕН19. — Радио, 1994, № 4, с. 45, 46.

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2011

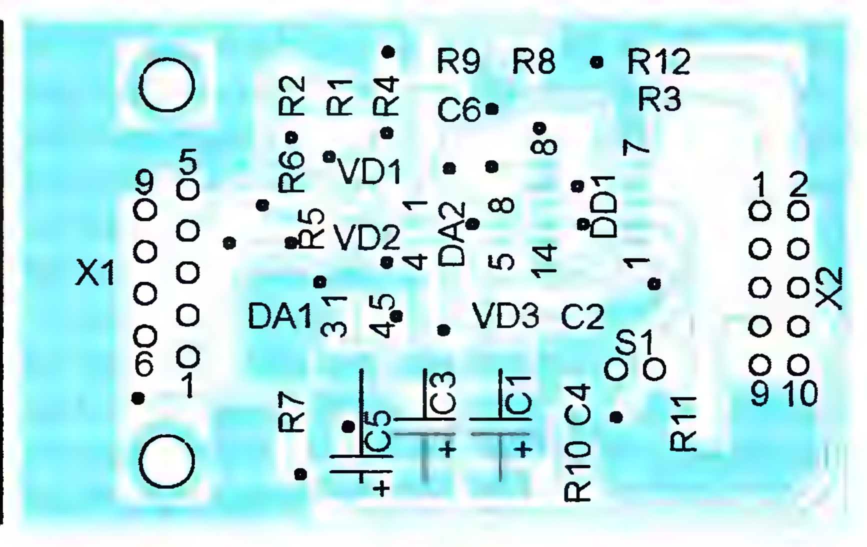
Программирование микроконтроллеров MSP430 с помощью BSL

А. НИКОЛАЕВ, г. Боготол Красноярского края

Существуют несколько вариантов программаторов для загрузки программ с помощью BSL. Тот, схема которого представлена на **рис. 4**, предложен разработчиком микроконтроллеров

Рис. 4

Рис. 5



семейства MSP430 фирмой Texas Instruments. К разъёму X2 подключают программируемый микроконтроллер, а разъём X1 соединяют с COM-портом компьютера. В устройстве использованы микросхемы с малым потреблением тока, что позволяет питать его от линий компьютерного порта. Так как для операционного усилителя DA2 требуется двуполярное питание, положительное напряжение получают с контактов 4 (DTR) и 7 (RTS) разъёма X1, а отрицательное — с вывода 3 (TXD) этого разъёма. Конденсаторы C1 и C3 сглаживают пульсации.

Окончание. Начало см. в "Радио", 2011, № 8

С помощью интегрального стабилизатора DA1 получают напряжение +3 В для питания микросхемы DD1 (через повторитель на верхнем по схеме ОУ микросхемы DA2). Оно же поступает на контакт 6 разъёма X2 и может быть использовано для питания микроконтроллера и других внешних устройств. Ток, который программатор способен отдать по этой цепи, очень невелик и ограничен возможностями COM-порта компьютера. Вместо стабилизатора указанного на схеме типа можно использовать LP2980-3.0 или другой маломощный интегральный на 3...3,3 В. Но при этом, возможно, придётся вносить изменения в печатную плату программатора.

Если имеется внешний источник питания, его плюс подключают к выводу 8, а минус — к выводу 5 разъёма X2. Напряжение через диод VD3.1 поступит на вход стабилизатора DA1.

Цепь R10C6 служит для увеличения времени установления после включения программатора напряжения питания микросхемы DD1 и получаемого из него с помощью резистивного делителя R8R9 образцового напряжения для компаратора на нижнем по схеме ОУ микросхемы DA2. Съёмную перемычку S1 устанавливают, когда программируемый микроконтроллер необходимо вручную привести в исходное состояние.

Программатор по рассмотренной схеме можно собрать на двусторонней печатной плате, изображённой на **рис. 5**.

Другая схема программатора была предложена на сайте <**http://msp430.webpark.pl**>. Она показана на **рис. 6**. Этот программатор проще предыдущего и не содержит труднодоступных деталей. Здесь для согласования уровней сигналов TXD и RXD программируемого микроконтроллера и COM-порта компьютера использована стандартная для этой цели микросхема MAX3232CSE (DA1).

Питание от COM-порта не предусмотрено. Напряжение 3,3 В необходимо подавать, например, с платы, где установлен программируемый микроконтроллер, на контакт 8 разъёма X2. Программатор может быть собран на печатной плате, изображённой на **рис. 7**. Как и предыдущая, она двусторонняя и рассчитана на установку элементов (кроме разъёмов) для поверхностного монтажа.

Разъём X1 в обоих программаторах — розетка DRB-9F. Её соединяют с разъёмом COM-порта компьютера непосредственно или модемным (без перекрёстных связей) кабелем.

Разъём X2 (также в обоих случаях) — 10-контактная двухрядная вилка IDC-10MS. Назначение контактов этого разъёма соответствует разработанному фирмой Texas Instruments специально для программаторов, использующих BSL. В **табл. 4** приведены примеры подключения выводов микроконтроллеров разных серий семейства MSP430 к разъёму программатора.

На платах устройств с микроконтроллерами этого семейства устанавливают, как правило, 14-контактные разъёмы интерфейса JTAG, предназначенные для загрузки программы и её отладки через этот интерфейс. С учётом того, что в стандартном разъёме JTAG имеются свободные контакты, фирма Elprotronic Inc предложила его модифицированный вариант. Он позволяет программировать микроконтроллер и с помощью BSL, не устанавливая для этого отдельный разъём.

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

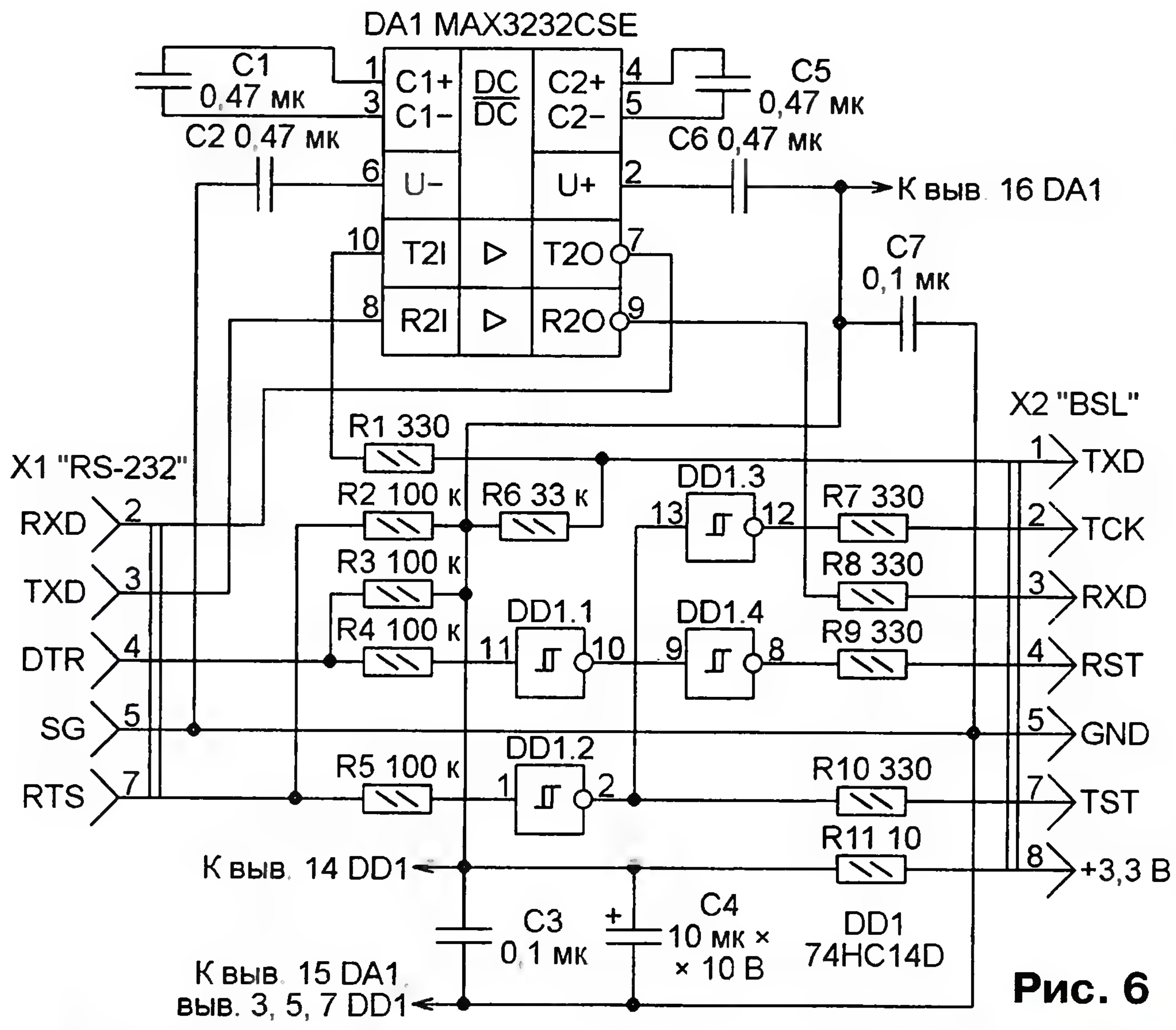


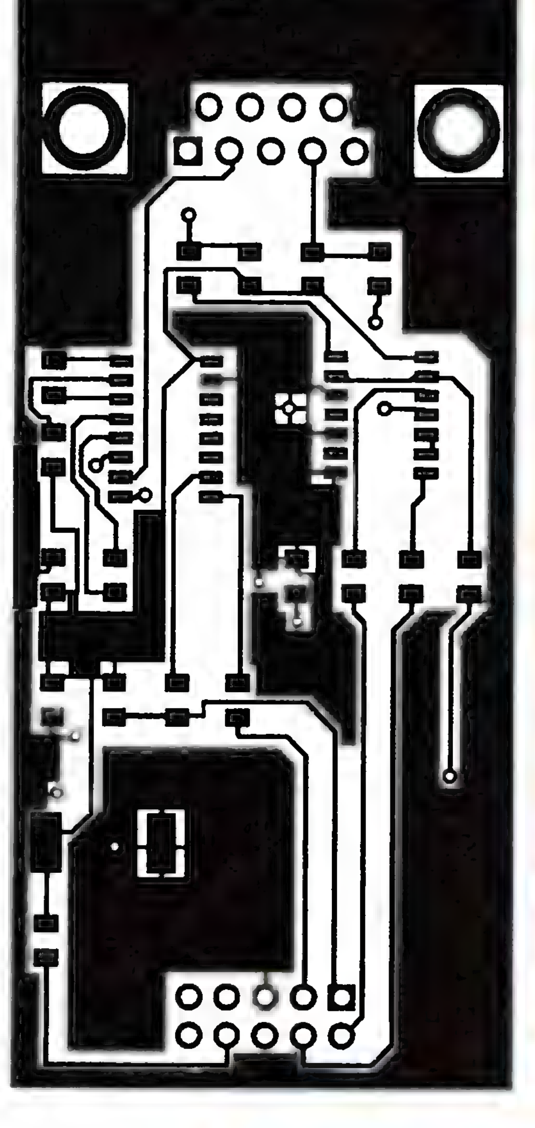
Рис. 6

Таблица 4

Конт. X2	Цепь	Вывод микроконтроллера		
		С входом TEST	MSP430F13x или MSP430F14x	MSP430F4xx
1	TXD	P1.1	P1.1	P1.0
2	TCK	Не подключать	TCK	TCK
3	RXD	P2.2.	P2.2	P1.1
4	RST	$\overline{RST}$/NMI	$\overline{RST}$/NMI	$\overline{RST}$/NMI
5	GND	GND	GND	GND
6	VCC	Питание устройства от программатора (+3 В)		
7	TST	TEST	Не подключать	
8	VCC_IN	Внешнее питание программатора		
9	Свободны			
10				

Таблица 5

Конт.	Цепь	Конт.	Цепь
1	TDO/TDI	2	VCC
3	TDI/VPP	4	VCC (внеш.)
5	TMS	6	Свободен
7	TCK	8	TEST/VPP
9	GND	10	Свободен
11	RST	12	BSL–TXD
13	BSL–GND	14	BSL–RXD



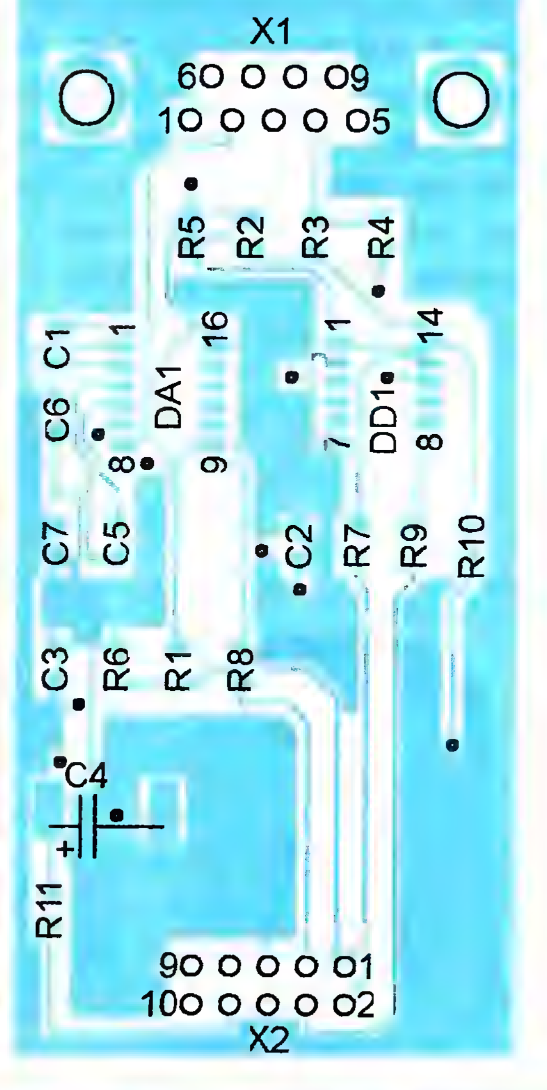


Рис. 7

Назначение контактов модифицированного разъёма приведено в **табл. 5**. Контакты 9 (GND) и 13 (BSL-GND) соединены внутри устройства.

Кроме аппаратного программатора — адаптера, соединяющего программируемый микроконтроллер с компьютером, необходима ещё и компьютерная программа, управляющая процессом загрузки информации в память микроконтроллера. Самая простая из них — бесплатно распространяемая самой фирмой Texas Instruments. Она называется bsldemo.exe и находится в архиве slaa096b.zip.

Эта простая консольная утилита, предназначенная для демонстрации работы с BSL, имеет все необходимые функциональные возможности для программирования. Чтобы получить подсказку о правилах ее использования, достаточно набрать в командной строке следующее:

```
bsldemo.exe -h
```

Будет выведена справочная страница, начинающаяся строкой, показанной в **табл. 6**, и содержащая краткое описание всех параметров, задающих режим работы программы. Каждой опции предшествуют знаки "минус", а знак "плюс" начинает список модификаторов потока команд программирования. Если этот список отсутствует, программа подаёт команды в порядке, принятом в ней по умолчанию. В квадратные скобки взяты необязательные параметры, а в фигурные — обязательные. Например, последний в строке параметр file обязателен, он задаёт имя файла, из которого будет прочитан загружаемый в память микроконтроллера код.

Таблица 6

```
BSLDEMO [-h] [-c{port}] [-p{file}]
```

Рассмотрим опции программы bsldemo.exe подробнее:

–h — вывод на экран справочной страницы;

–c{port} — установка номера COM-порта компьютера, к которому подключён программатор. По умолчанию выбран порт COM2;

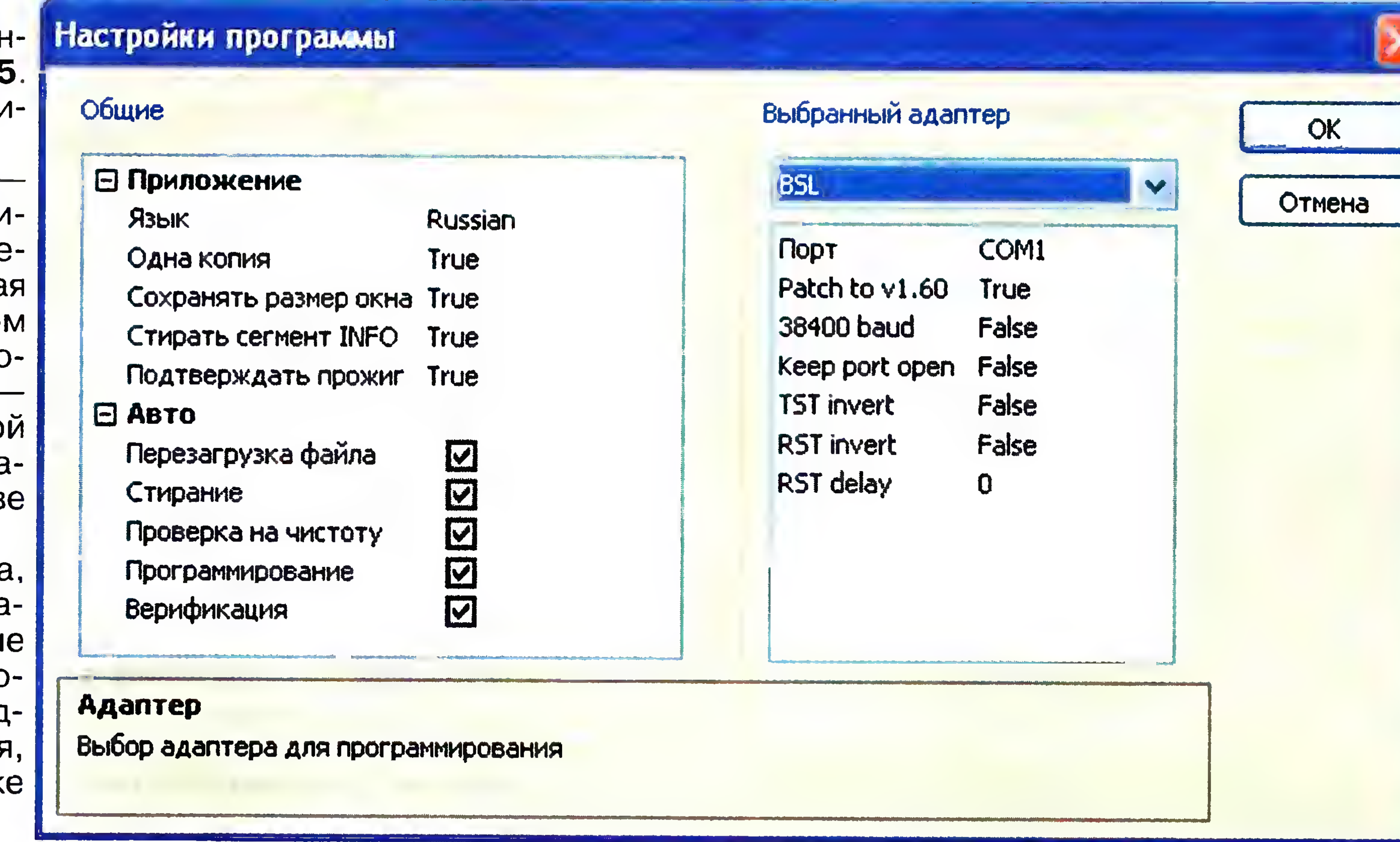


Рис. 8

–p{file} — сообщение имени файла, содержащего векторы прерываний, используемые в качестве пароля;

–w — ожидание нажатия на клавишу "Enter" по окончании программирования. Только за этим нажатием последует завершение работы программы. Эта опция рекомендуется при использовании программатора, питающегося от COM-порта;

–I — программирование и его проверка за один проход. Не рекомендуется для микроконтроллеров с ошибкой в резидентном BSL;

–m{num} — число циклов стирания FLASH-памяти. По умолчанию — 20.

Далее рассмотрим модификаторы командного потока:

e — полное стирание памяти;

c — проверка стирания;

p — программирование микроконтроллера содержимым файла, имя которого указано в конце командной строки;

v — сравнение содержимого памяти микроконтроллера и файла, имя которого указано в конце командной строки;

r — установка микроконтроллера в исходное состояние;

w — ожидание нажатия на клавишу "Enter" для завершения программы.

По мере развития BSL была переработана и рассматриваемая программа. Теперь она называется bsldemo2.exe и находится в архиве slaa096d.zip. Добавлено несколько дополнительных опций:

–a{file} — загрузка "заплатки", содержащейся в файле с указанным именем;

–b{file} — аналогична опции –a, но загружает "заплатку" в ОЗУ;

–e{startnum} — стирание сегмента, в котором находится ячейка с адресом startnum;

–r{startnum} {lennum} {file} — чтение блока памяти, начинающегося с адреса startnum, длиной lennum и запись его содержимого в файл с именем file;

–s{num} — изменение скорости обмена через COM-порт: num=0 — 9600 Бод, n=1 — 19200 Бод, n=2 — 38400 Бод. По умолчанию устанавливается скорость 38400 Бод;

–x — разрешение работы с расширенной памятью MSP430X.

Кроме консольных утилит программирования, имеется и бесплатная программа с графическим интерфейсом MspFet <http://mspfet.hellos.biz> или <http://kurt.on.ufanet.ru>. При внешней простоте это достаточно мощное приложение, позволяющее воспользоваться всеми возможностями программирования микроконтроллеров семейства MSP430. Ему доступны несколько форматов исходных данных для программирования: bin, dat, tsk, txt, hex, a43.

В меню "Утилиты" этого приложения есть пункт "Настройки", окно которого изображено на **рис. 8**. В нём можно тонко настроить приложение на работу с конкретным аппаратным программатором. Для программирования с помощью BSL необходимо выбрать одноимённый пункт выпадающего списка BSL и настроить COM-порт.

***От редакции**. Упоминаемые в статье файлы можно найти на нашем FTP-сервере по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/09/msp430-bsl.zip>.*

Приёмник-дешифратор команд ДУ протокола NEC

В. ЛУЗЯНИН, г. Анапа Краснодарского края

Приёмник, о котором пойдёт речь в статье, разработан по просьбе С. Сакевича, автора УМЗЧ, описанного в [1], и многих других конструкций, для применения в его новом студийном УМЗЧ. Поскольку он представляет собой законченный функциональный узел, то может быть встроен в любой УМЗЧ или другой прибор, которым необходимо управлять дистанционно.

В отличие от многих приёмников-дешифраторов любительской разработки, взаимодействующих только с пультами дистанционного управления (ПДУ) протокола RC-5, этот воспринимает команды, подаваемые согласно используемому во многих телевизорах и другой видеотехнике протоколу NEC. Одновременно он выполняет некоторые функции защиты УМЗЧ от аварийных ситуаций.

В этой разработке С. Сакевич попросил использовать самые маленькие ПДУ с минимальным числом кнопок, причём только с самыми необходимыми функциями. Рядом с макетом рассматриваемого приёмника-дешифратора на **рис. 1** изображены два таких пульта от телевизоров фирм LG и SANYO. Как ни странно, они различаются не только цветом корпусов, но и кодами подаваемых при нажатиях на одноимённые кнопки команд. Макет соответствует

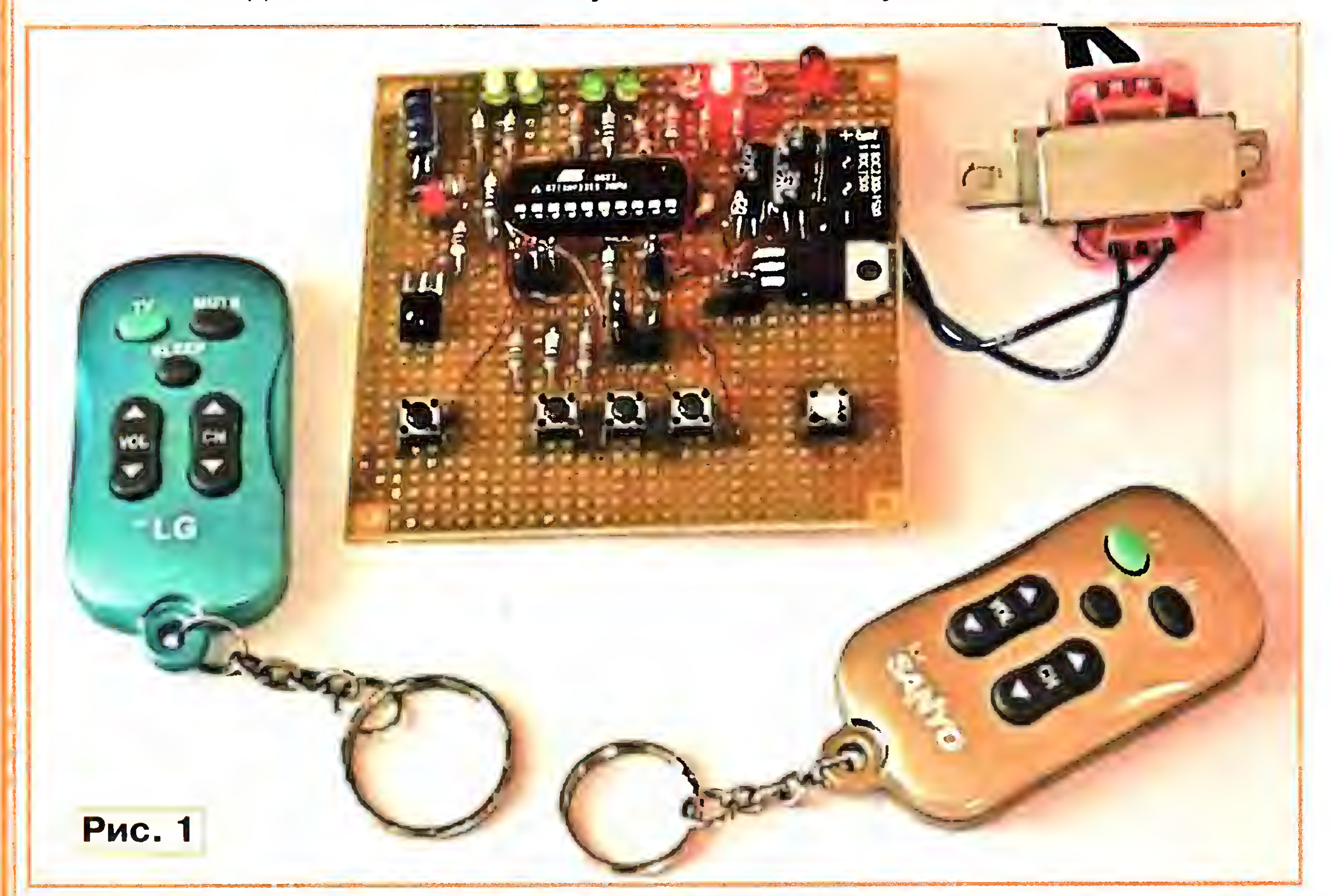


Рис. 1

рассматриваемой далее схеме, но дополнен светодиодными индикаторами состояния выходов и сетевым блоком питания.

Приёмник-дешифратор может работать с любым из двух ПДУ (по выбору), принимая следующие команды:

— включение и выключение УМЗЧ кнопкой TV;

— переключение трёх входов УМЗЧ кнопками CH Up и CH Down с запоминанием выбранного при отключении питания;

— управление электроприводом регулятора громкости кнопками VOL Up и VOL Down;

— включение и выключение акустической системы кнопкой MUTE.

Команда, подаваемая нажатием на ПДУ кнопки SLEEP, также принимается, но характер её использования не оговорен.

Через 2 с после исполнения команды включения УМЗЧ к нему автоматически подключается акустическая система. Предусмотрено автоматическое (без команды) выключение УМЗЧ по сигналу от датчика его неисправности или после десятиминутного отсутствия воспроизводимого звукового сигнала. Питается приёмник стабилизированным постоянным напряжением 3,3...5 В.

После приобретения ПДУ были сняты временные диаграммы всех излучаемых ими команд. Оказалось, что оба они работают по одному и тому же протоколу NEC [2]. Для него характерна очень высокая степень защиты от ошибок при приёме команд, но это и один из самых трудных для декодирования протоколов.

Используются восьмиразрядные адреса устройств и коды команд, причём они передаются в прямом и проинвертированном виде. Получается кодовый пакет длиной 32 двоичных разряда, не считая стартового импульса. Признак повторения команды при длительном

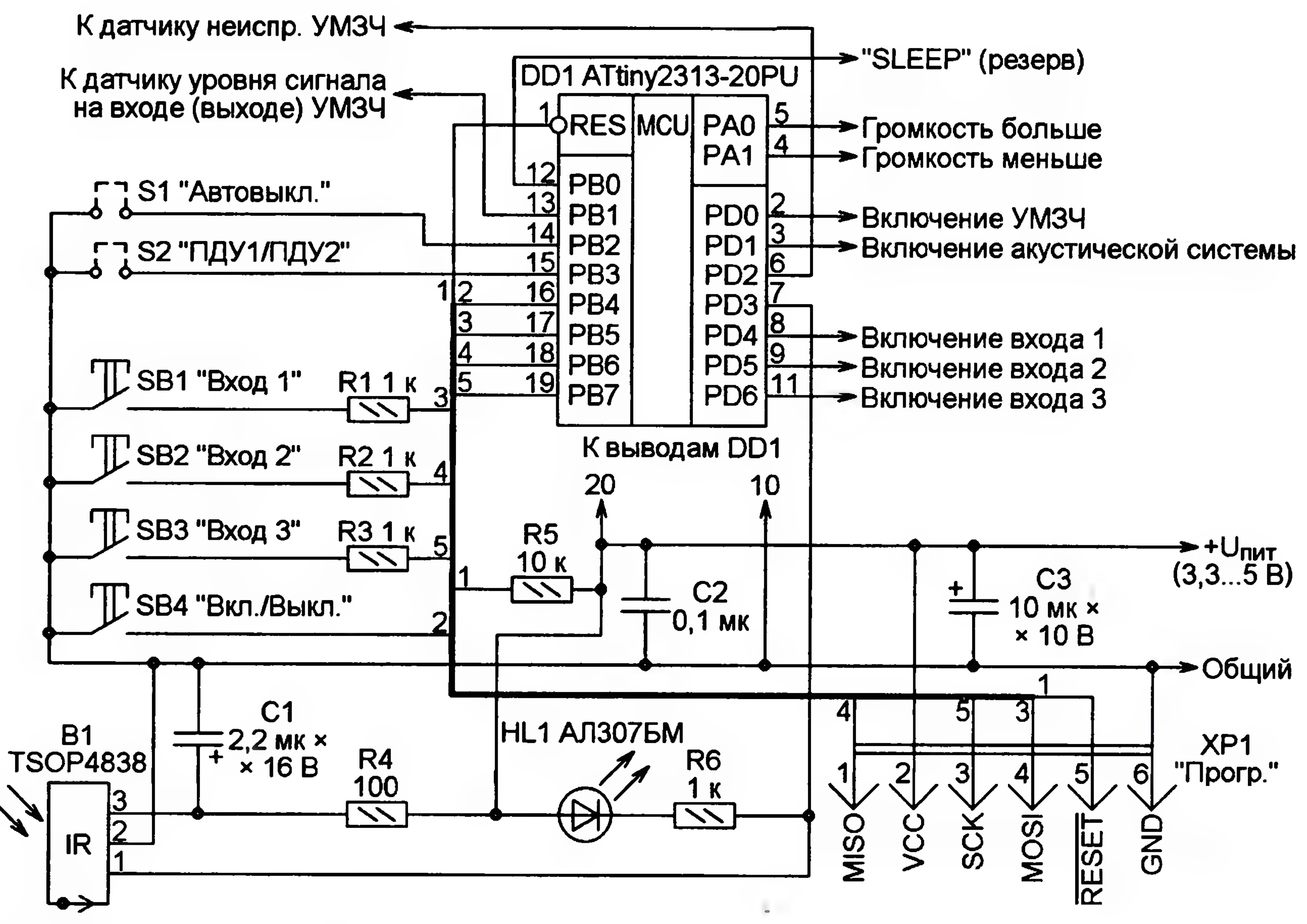


Рис. 2

удержании кнопки ПДУ нажатой не похож на пакет, используемый для её однократной передачи.

Диаграммы были сняты с помощью программы EXPStudio Audio Editor при подключённом к входу аудиокарты компьютера модуле ИК приёмника. Выходной сигнал модуля перед подачей на аудиокарту во избежание её перегрузки уменьшен приблизительно в 50 раз с помощью делителя напряжения из двух резисторов номиналом 10 кОм и 200 Ом. Постоянная составляющая устранена разделительным конденсатором ёмкостью 2,2 мкФ. Напряжение 5 В для питания ИК модуля было взято с разъёма USB компьютера. В результате анализа этих диаграмм был разработан и реализован в виде программы микроконтроллера алгоритм приёма и дешифровки команд протокола NEC.

Схема приёмника-дешифратора изображена на **рис. 2**. Исполнительные устройства, а также датчики сигналов неисправности УМЗЧ и уровня звукового сигнала на его выходе на ней отсутствуют — их исполнение зависит от конкретного устройства, в которое будет встроен приёмник.

За основу взят распространённый микроконтроллер ATtiny2313-20PU (DD1). Модуль ИК приёмника B1 принимает излучаемые ПДУ сигналы, фильтрует, усиливает, детектирует их и формирует выходной сигнал, имеющий логические уровни и пригодный для подачи на вход микроконтроллера. Светодиод HL1 — индикатор приёма ИК сигнала.

Бóльшую часть времени микроконтроллер находится в "спящем" режиме, "просыпаясь" при появлении сигнала ДУ на линии порта PD3, используемом в режиме приёма внешних запросов прерывания INT1. Его "будят" и нажатия на кнопки SB1—SB4, подключённые к выводам порта B, способным генерировать запросы прерывания PCINT. Обработав согласно программе полученный запрос, микроконтроллер вновь "засыпает".

Разъём XP1 предназначен для загрузки программы в микроконтроллер непосредственно на плате. Резисторы

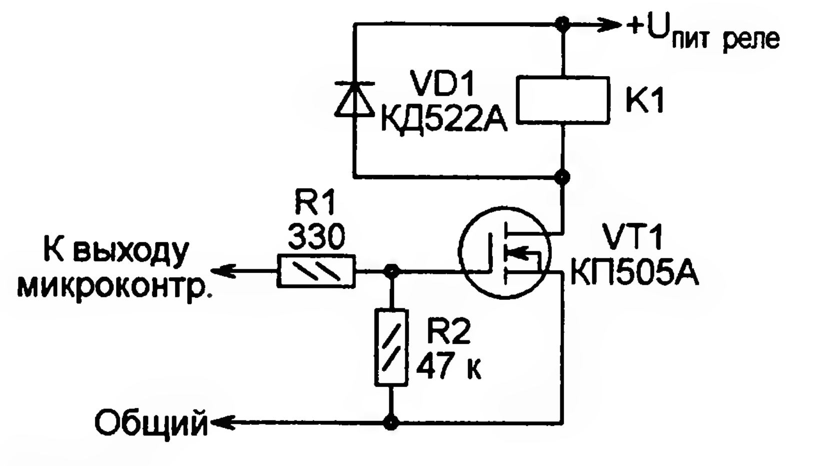


Рис. 3

Рис. 4

R1—R3 защищают программатор от последствий случайных нажатий на кнопки SB1—SB3 во время его работы.

Эти кнопки предназначены для выбора используемого входа УМЗЧ без применения ПДУ. Узел коммутации входов, подключаемый к линиям порта PD4—PD6 микроконтроллера, может быть любым, от электронного до релейного. Низкий уровень здесь соответствует включённому входу УМЗЧ, высокий — выключенному.

Переключение входов с помощью ПДУ происходит иначе. Нажатиями на его кнопки CH Up и CH Down выбирают вход соответственно с большим или меньшим относительно текущего номером. Переключение происходит по кругу — за третьим следует первый, и наоборот. Состояние линий PD4—PD6 запоминается при выключении питания микроконтроллера в его энергонезависимой памяти, восстанавливаясь при включении.

Нажатиями на кнопку SB4 приёмника-дешифратора или на кнопку TV ПДУ изменяют на противоположный логический уровень на линии порта PD0, включая и выключая УМЗЧ. После включения питания микроконтроллера здесь будет низкий уровень. Через 2 с после установки на линии PD0 высокого уровня таким же он станет и на линии порта PD1, что по замыслу разработчика подключит к УМЗЧ акустическую систему. Задержка выбрана достаточной для завершения всех переходных процессов в УМЗЧ, опасных для акустической системы и вызывающих хорошо слышимые щелчки.

При исполнении команды выключения УМЗЧ первым устанавливается низкий уровень на линии PD1 (отключается акустическая система) и лишь через 0,5 с такой же уровень устанавливается на линии PD0. Текущий логический уровень напряжения на линии PD1 можно изменять с помощью ПДУ, нажимая на нём кнопку MUTE.

С линией порта PD0 должен быть соединён исполнительный узел, включающий питание УМЗЧ при высоком уровне и выключающий его при низком. Возможная схема релейного варианта такого узла показана на **рис. 3**. Реле K1 выбирают в зависимости от мощности коммутируемой им нагрузки. Аналогичный узел может применяться для подключения/отключения акустической системы.

Приёмник-дешифратор реагирует на логический уровень внешнего сигнала, поданного на линию порта PD2 микроконтроллера. Его низкий уровень свидетельствует о неисправности УМЗЧ. Обычно он устанавливается при обнаружении большой постоянной составляющей выходного напряжения УМЗЧ, опасной для акустической системы. В этом случае высокий уровень на линии PD1 микроконтроллер не устанавливает, а если он уже есть, немедленно снимает. Если в течение 1 с неисправность не "самоликвидировалась", устанавливается низкий уровень и на линии PD0 микроконтроллера, чем выключается питание УМЗЧ. Если датчик неисправности в УМЗЧ отсутствует, линию порта PD2 микроконтроллера следует соединить с плюсом питания.

При нажатиях на кнопки ПДУ VOL Up и VOL Down на время их удержания микроконтроллер устанавливает высокие логические уровни соответственно на линиях порта PA0 и PA1. Это сигналы управления электроприводом регулятора громкости УМЗЧ. К указанным линиям можно подключить релейные узлы, подобные изображённому на рис. 3, а по схеме, показанной на **рис. 4**, соединить с контактами их реле K1.1 и K2.1 двигатель привода M1. Его вал и механически связанный с ним вал переменного резистора, изменяющего громкость, будут вращаться в одну или другую сторону при различающихся логических уровнях на линиях PA0 и PA1, но останутся неподвижными при одинаковых.

Можно применить, конечно, и чисто электронный узел управления двигателем. Но в нём должно быть исключено протекание "сквозного" тока при одновременно высоких уровнях двух управляющих сигналов. Хотя такая ситуация в рассматриваемом приёмнике-дешифраторе исключена программно, она все-таки может возникнуть при сбое.

Управление электроприводом регулятора громкости без ПДУ не предусмотрено, так как вал изменяющего её переменного резистора обычно выведен на панель УМЗЧ, и его можно вращать вручную.

Логический уровень на линии порта PB0 микроконтроллера можно изменять, нажимая на ПДУ кнопку SLEEP. Стандартное применение этой команды в УМЗЧ пока не придумано, каждый может использовать её по своему усмотрению. Имейте в виду, что состояние этой линии при выключении питания микроконтроллера не запоминается и не восстанавливается при её включении.

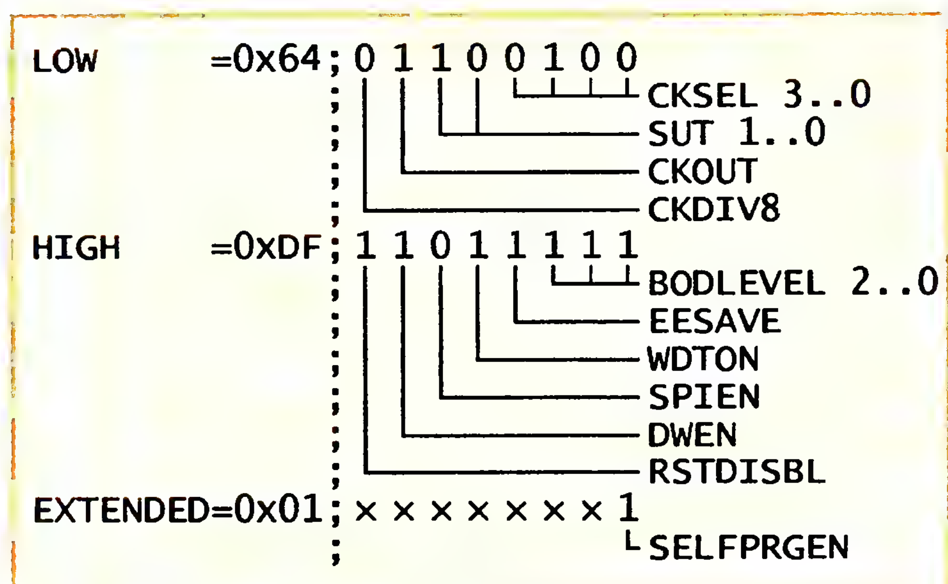
При установленной съёмной перемычке S1 действует режим автоматического выключения УМЗЧ после 10 мин отсутствия воспроизводимого звукового сигнала. Отсчёт выдержки начинается заново при нажатиях на кнопки SB1—SB3 или на кнопки ПДУ.

Отсутствием звукового сигнала считается постоянное напряжение менее 1,22 В на линии PB1 микроконтроллера (используется встроенный в него аналоговый компаратор). В многоканальных усилителях подаваемое на эту линию напряжение должно быть пропорционально сумме текущих значений выходного напряжения всех каналов или наибольшему из них.

Поскольку для отсчёта выдержки использован не очень стабильный сторожевой таймер микроконтроллера, её продолжительность выдерживается лишь приблизительно. Проверка показала, что при изменении напряжения питания микроконтроллера от 3,3 до 5 В выдержка "уходит" на 15...20 с, что при заданной продолжительности 10 мин вполне допустимо.

Съёмной перемычкой S2 выбирают ПДУ, на команды которого должен реагировать приёмник-дешифратор. При установленной перемычке — это ПДУ SANYO, в противном случае — LG. Снимать и устанавливать обе перемычки можно, не выключая питание микроконтроллера. Изменения их состояния воспринимаются немедленно.

Модуль ИК приёмника TSOP4838 можно заменить другим, настроенным на частоту повторения принимаемых ИК импульсов 38 кГц (именно такая частота используется в ПДУ протокола NEC). Пригодны, например, модули TSOP1738 или ILMS5380, но следует учитывать различия в назначении их выводов. Опыт показывает, что использование более распространённых модулей, настроенных на частоту 36 кГц (например, TSOP4836), приводит лишь к незначительному уменьшению дальности действия дистанционного управления.



Для питания приёмника-дешифратора, установленного в УМЗЧ, необходим стабилизированный источник напряжения 3,3...5 В с отдельным сетевым трансформатором. Он должен оставаться включённым и при выключенном основном источнике питания. Если коммутация цепи питания УМЗЧ производится с помощью электромагнитного реле, то и для его обмотки должен быть предусмотрен независимый от УМЗЧ источник напряжения. Остальные исполнительные устройства можно питать от общего с УМЗЧ источника.

Коды программы могут быть загружены во FLASH-память микроконтроллера с помощью любого программатора, способного работать с микроконтроллерами семейства AVR. Конфигурацию нового, ещё ни разу не использовавшегося экземпляра микроконтроллера изменять, как правило, не приходится. Но все-таки её нужно проверить на соответствие **таблице** и при обнаружении отличий исправить. В большинстве случаев нулевому значению конфигурационного разряда соответствует "галочка" в соответствующем окне компьютерной программы, управляющей программатором, а единичному — её отсутствие.

Дальнейшее совершенствование описанного приёмника-дешифратора предполагается вести в направлении расширения встроенных в него функций защиты УМЗЧ от аварийных ситуаций. Один из вариантов — контроль температуры теплоотводов мощных транзисторов усилителя и управление обдувающим их вентилятором. Но поскольку возможностей микроконтроллера ATtiny2313 для этого недостаточно, придётся заменить его, например, на ATmega48. Возможны и другие усовершенствования.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сакевич С.** Простой эстрадный усилитель мощности. — Радио, 2000, № 11 с. 12—14; № 12 с. 37—41.

2. IR remote control NEC protocol.— **<http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/nec.htm>**.

От редакции. *Программа микроконтроллера имеется на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/09/ir-rec.zip>****.*

i Найдено в Интернете

Разработки японских радиолюбителей (дизайн и технология)

Сегодня, в эпоху Интернета, радиолюбительское конструирование продолжает развиваться в самых разных странах. К сожалению, многие помещённые в Интернете описания интересных конструкций и их узлов остаются недоступными большинству русскоязычных читателей, поскольку написаны они на непонятном им языке, например японском. Составитель публикуемого обзора постарался устранить этот недостаток, снабдив найденные им в Интернете наиболее интересные, по его мнению, схемы и фотоснимки радиолюбительских разработок кратким комментарием на русском языке. Подобные обзоры по разным странам и направлениям радиолюбительского творчества редакция планирует публиковать и в дальнейшем.

"Танцующая кукла", изображённая на **рис. 1 <http://homepage2.nifty.com/denshiken/FANDAI1.jpg>**, механически закреплена на диске, прижатом к ротору компьютерного вентилятора. "Танцует" она, периодически поворачиваясь на угол 45...90 град. По схеме, показанной на **рис. 2**, вентилятором управляет микроконтроллер.



Рис. 1

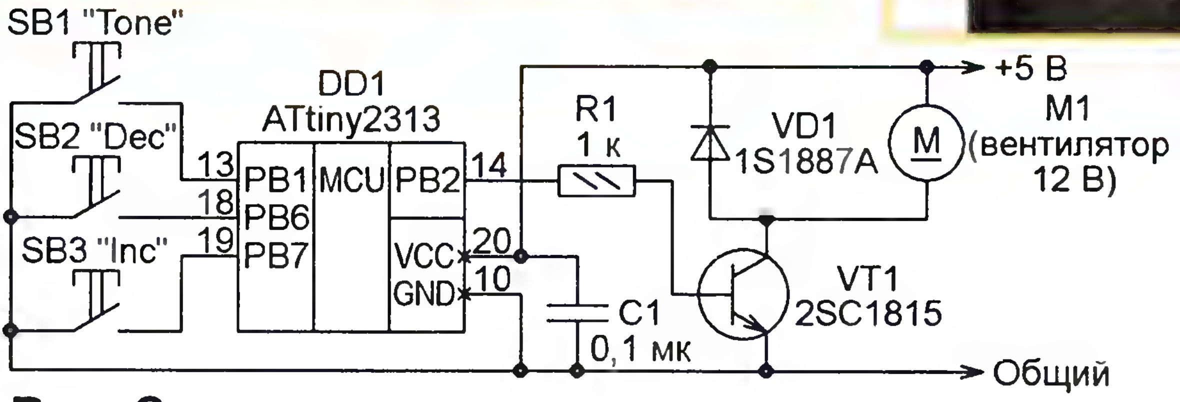


Рис. 2

Кнопкой SB1 понижают с 31 до 3,9 кГц частоту импульсного напряжения, подаваемого на вентилятор, при этом он начинает в такт поворотам издавать звуки соответствующего тона, превращаясь в своеобразный громкоговоритель. Нажимая на кнопки SB2 и SB3, изменяют угол поворотов куклы. Для того чтобы она двигалась помедленнее, амплитуда подаваемых на двигатель вентилятора импульсов снижена до 5 В, что значительно меньше номинального для него напряжения питания 12 В.



Рис. 3

Дизайн настенного термометра показан на **рис. 3 <http://www.zea.jp/audio/tmp/t_701.jpg>**. Датчик температуры и электронный узел термометра находятся внутри блока, расположенного наверху (в данном случае на шкафу). При изменении температуры формируется определённая последовательность импульсов, подаваемых на шаговый двигатель. На его вал насажен барабан, на который наматывается при повышении температуры или с которого сматывается при её понижении нить, удерживающая на весу стрелку термометра. Она перемещается вдоль шкалы, нанесённой на стенку шкафа.

Грамотная разводка цепей питания и общего провода на печатной плате показана на **рис. 4 <http://210.155.219.234/Power-GND.htm>**. Печатные проводники отходят к различным узлам "звездой" от фольговых площадок, находящихся в непосредственной близости от выводов фильтрующих конденсаторов и соединённых с ними. Этим обеспечивается минимум перекрёстных помех между различными цепями устройства, соединяющимися с общим проводом. Для уменьшения сопротивления суммарному току, протекающему через точку соединения "земляных" проводников, на фольгу в этом месте нанесён толстый слой припоя.

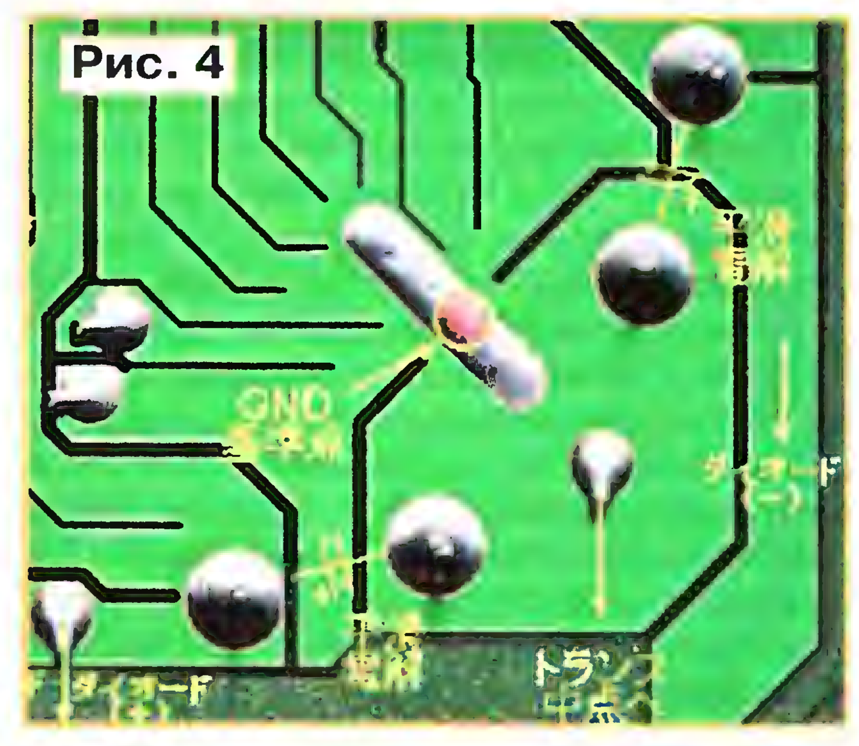


Рис. 4

Технологию изготовления печатной платы без травления описывает Minowa Makoto. Как показано на **рис. 5 <http://www.qsl.net/7n3wvm/nezumiba-kiri.gif>**, он использует трехзубое сверло по дереву "nezumi-ba kiri", известное у нас как "спиральное сверло с М-образной заточкой" (**рис. 6**). На обычном фольгированном стеклотекстолите центральное остриё сверла устанавливают в центр будущей изолированной контактной площадки, а двумя крайними в фольге вырезают круг. К нему припаивают выводы соединяемых деталей.

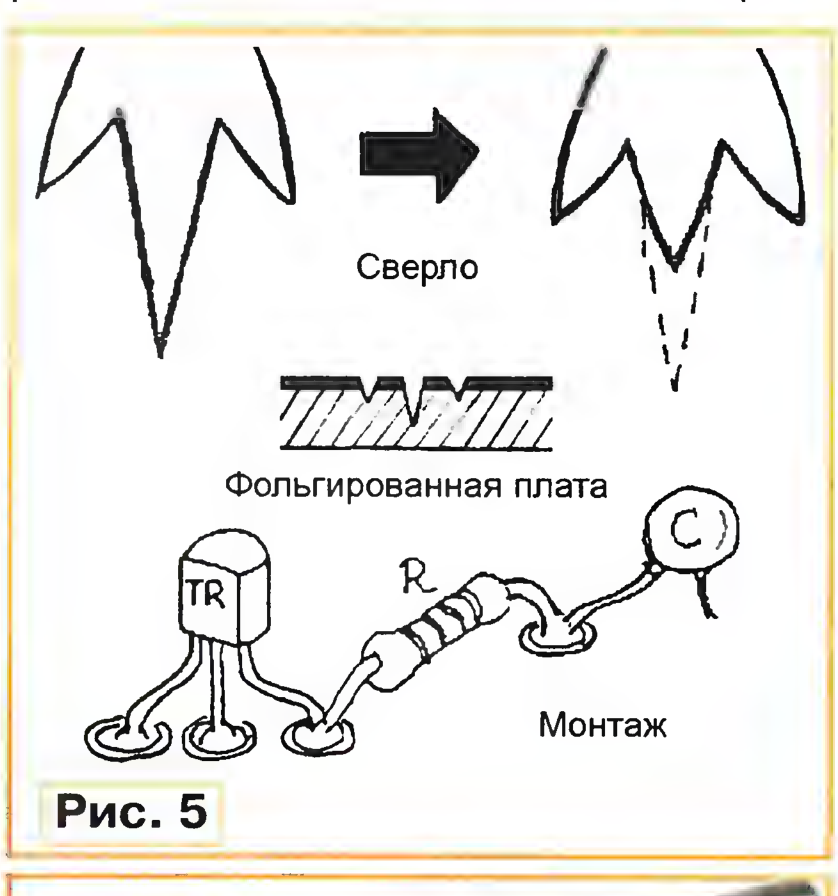
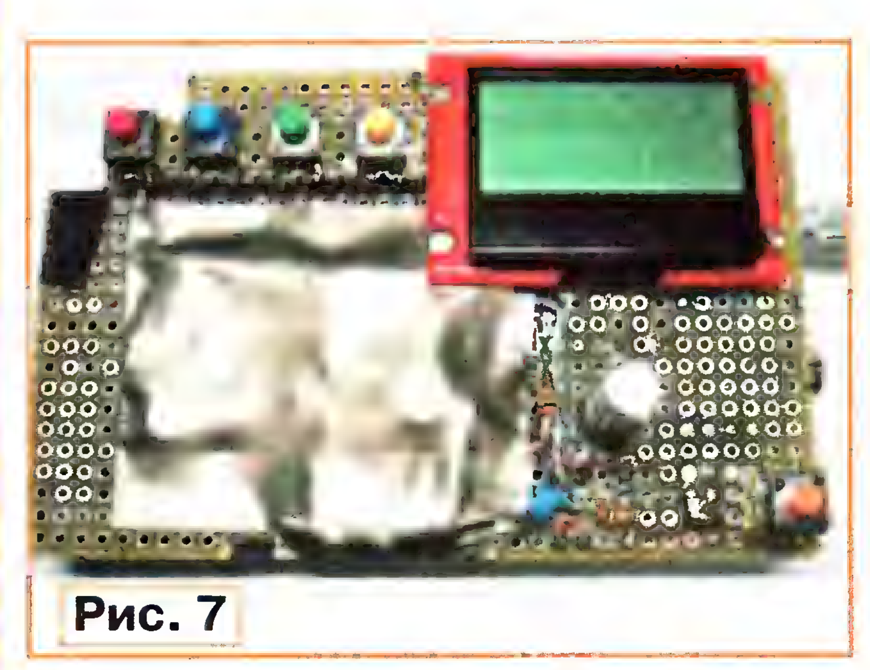


Рис. 5


Рис. 6

Экранирование входных цепей приёмника проводящей тканью показано на **рис. 7 <http://www.yuki-lab.jp/hw/wb1/DSCN1314s.jpg>**. Использована специальная металлизированная


Рис. 7

ткань MS-T200. Число в её названии означает толщину металлизации (в данном случае 200 мкм). Эффективность экранирования на частоте от 0,125 до 13,5 МГц получается примерно такой же, как и при сплошном металлическом экране. Из этой ткани легко выкроить заготовку нужной формы, зазоры между ней и экранируемыми элементами получаются минимальными, что уменьшает габариты устройства. К тому же отсутствуют острые углы.

Две восьмивыводные микросхемы размещаются в одной 16-гнёздной панели, как показано на **рис. 8 <http://www.henteko.org/fswiki/image/%25C5%25C5%25B3%25A6%25B6%25AF%25C5%25D9%25B7%25D7%25A4%25CE%25C0%25BD%25BA%25EE.DSC02856.jpg>**, что позволяет экономить место на плате. Для более надёжного электрического контакта рекомендуется использовать цанговые панели. Чтобы обеспечить больший зазор между микросхемами, можно применить 18- или 20-контактную панель, оставив её средние гнёзда свободными.

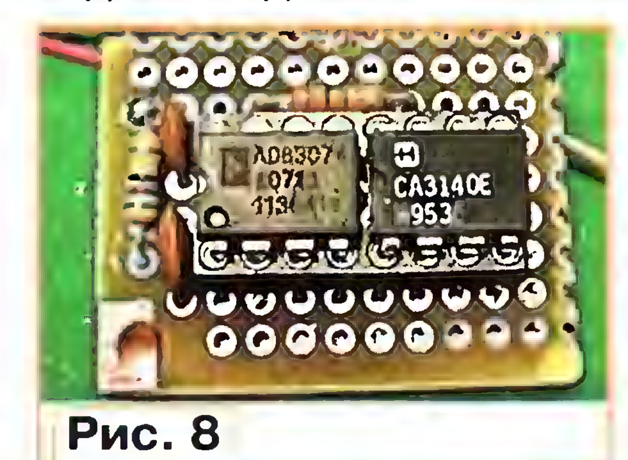
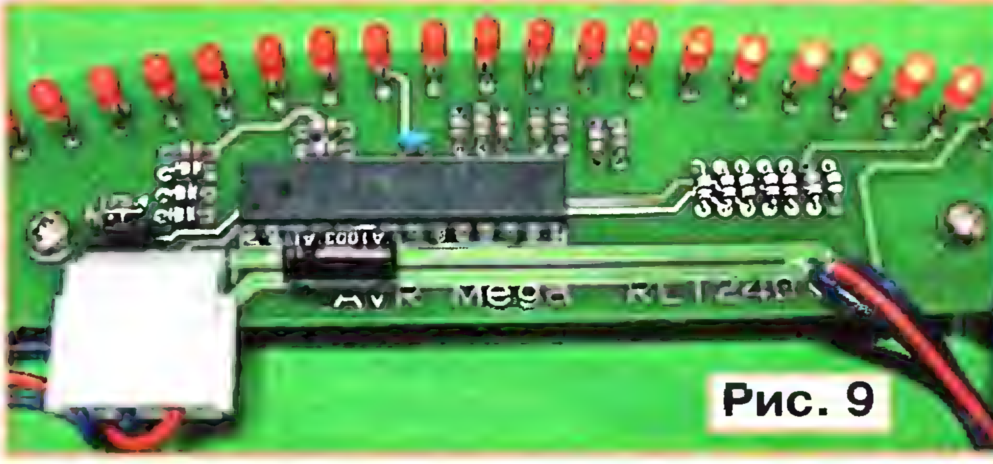
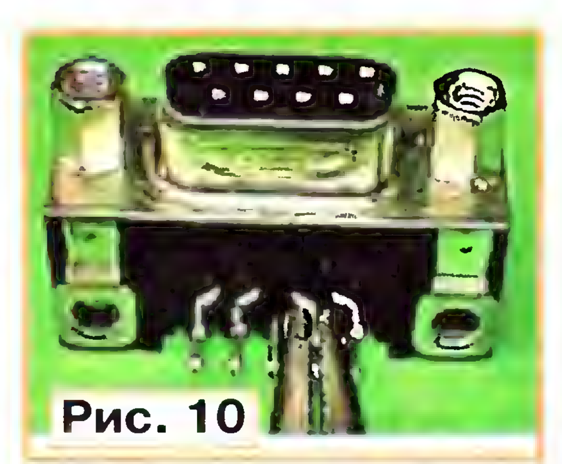


Рис. 8

"Круглая" печатная плата составлена из отдельных плат близкой к прямоугольной формы (**рис. 9 <http://homepage2.nifty.com/denshiken/RING2401.jpg>**). Так было сделано в электронной рулетке, демонстрировавшейся на выставке в г. Нагоя в 2010 г. На каждой из 12 плат установлено по 20 светодиодов, расположенных по дуге окружности. При точной центровке всех плат образуется полная правильная окружность из 240 светодиодов.


Рис. 9

Формовка выводов углового разъёма DRB-9, согласно **рис. 10 <http://homepage2.nifty.com/denshiken/DSUBBEND1.jpg>**, позволяет без затруднений установить его на макетную плату с контактными площадками, размещёнными по сетке с шагом 2,5 или 2,54 мм.


Рис. 10

Отформованы выводы контактов ряда, где их меньше (в данном случае четыре), при этом в центре ряда образовалось одно свободное место. Этот способ пригоден для любых разъёмов с достаточно длинными проволочными выводами контактов, расположенными с неподходящим шагом.

Подключение светодиодов с помощью винтовых зажимных колодок показано на **рис. 11 <http://www.zea.jp/audio/prcd/pr404.jpg>**. Это позволяет устанавливать и заменять светодиоды без пайки. Их корпусы вставляют в отверстия на передней панели устройства, а соответствующим образом изогнутые выводы фиксируют в гнёздах колодок на печатной плате.


Рис. 11

Переходник для элементов в транзисторном корпусе SOT-23 <http://www.eleki-jack.com/KitsandKids2/2007/09/post_18.html> можно изготовить из кусочка фольгированного стеклотекстолита размерами 8×7 мм. Как показано на **рис. 12** слева, в фольге прорезают Y-образный зазор. К образовавшимся на ней трём изолированным участкам припаивают выводы элемента и с шагом 2,5 мм — три новых вывода из проволоки диаметром 0,6 мм (на рис. 12 справа). С помощью такого переходника малогабаритный элемент для поверхностного монтажа (транзистор, диодную сборку, микросхему) можно установить на печатную плату взамен аналогичного элемента в обычном конструктивном исполнении.


Рис. 12

Теплоотвод из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита для транзистора или интегральной микросхемы можно сделать на скорую руку, как показано на **рис. 13 <http://www.intio.or.jp/jf10zl/ph6.gif>**. Фольгу у нижней кромки теплоотвода припаивают к металлическому или из фольгированного стеклотекстолита основанию прибора. Эффективность такого теплоотвода, конечно, ниже, чем равного ему по размерам цельнометаллического. Но во многих случаях и он сможет обеспечить приемлемый тепловой режим закреплённого на нём элемента.

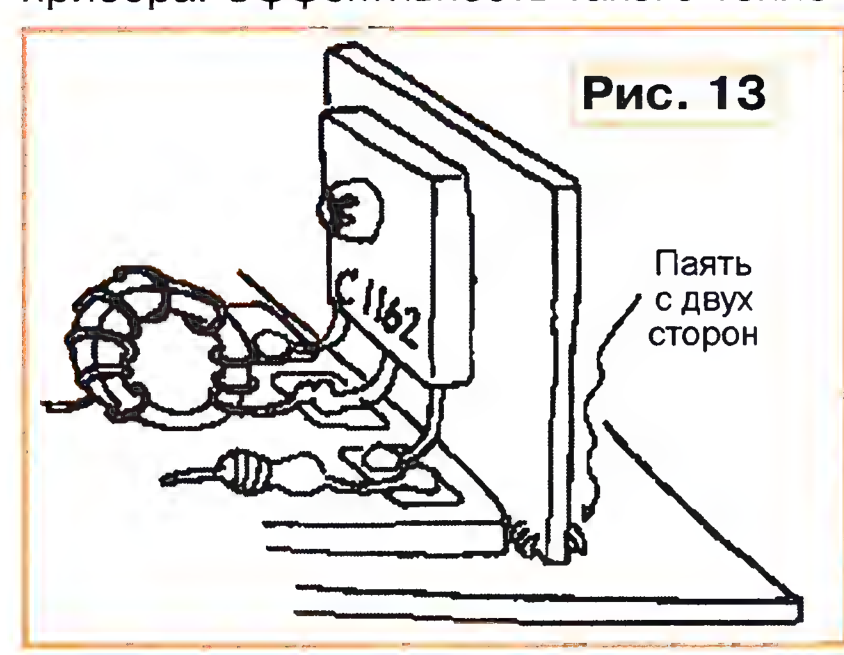


Рис. 13

Соединить печатные проводники "крест-накрест" иногда может потребоваться при внесении изменений или усовершенствовании собранного на печатной плате устройства или для устранения допущенной при разработке ошибки. Этапы этого процесса показаны на **рис. 14 <http://www.chiaki.cc/Tools/images/jumper1.png — http://www.chiaki.cc/Tools/images/jumper9_l.png>**. Прежде всего вырезают и удаляют небольшие участки пересоединяемых печатных проводников (1—3). Образовавшиеся их концы зачищают и облуживают (4). Если под будущими перемычками имеются другие проводники, их накрывают изоляционной прокладкой из липкой ленты (5), поверх неё припаивают первую проволочную перемычку (6). Изолируют её ещё одной прокладкой из липкой ленты (7) и припаивают вторую перемычку (8). При необходимости всю "конструкцию" защищают каплей клея или компаунда (9).

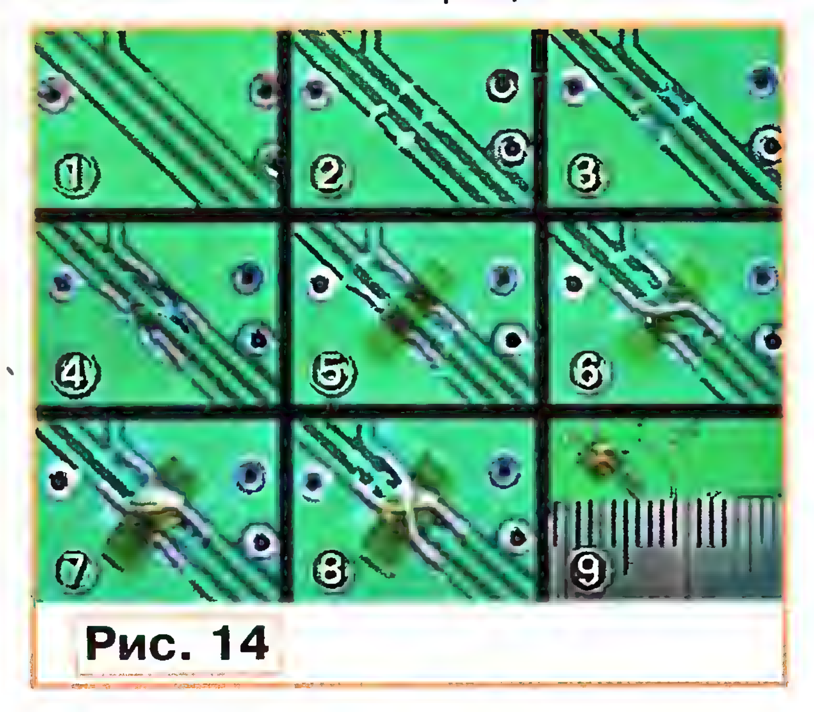


Рис. 14

Подготовил С. РЮМИК
г. Чернигов, Украина

От редакции. *Программа микроконтроллера "Танцующей куклы" имеется на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/09/fandai.zip>****.*

Мощный гаражный источник питания

К. МОРОЗ, г. Надым, ЯНАО

Этот источник, работающий от сети переменного тока, предназначен для питания приборов и механизмов электрооборудования автомобиля, вспомогательных инструментов и приспособлений, установленной в нём радиоэлектронной аппаратуры во время проводимых ремонтных или профилактических работ в гаражных условиях. Ценным качеством источника является защищённость от замыкания в цепи нагрузки. От него также можно питать портативную звукоусилительную или приёмопередающую аппаратуру, причём круглосуточно.

Источник вырабатывает стабилизированное постоянное напряжение 13,8 В при нагрузочном токе до 50 А. Увеличение тока нагрузки до предельного значения вызывает уменьшение выходного напряжения не более чем на 0,2 В.

Схема устройства изображена на **рисунке**. Устройство состоит из сетевого трансформатора T1, выпрямителя на мощных диодах Шотки VD1—VD3, батареи фильтрующих конденсаторов C3—C14, транзисторов VT1, VT2 управляющего узла, коммутирующего элемента на полевых транзисторах VT3, VT4, накопительного дросселя L1 с коммутирующим диодом VD6, стабилизатора выходного напряжения на микросхеме DA2 и оптопаре U2, устройства защиты от замыкания выходной цепи на стабилитроне VD5 и оптопаре U1, сигнальных светодиодов HL1, HL2, индицирующих режим работы источника питания. На диодном мосте VD4, подключённом к обмотке III сетевого трансформатора, и на стабилизаторе DA1 выполнен источник питания узла управления.

При замыкании контактов выключателя SA1 сетевое напряжение поступает на первичную обмотку трансформатора T1. Пониженное до 24 В напряжение с обмотки II выпрямляет мощный диодный мост VD1—VD3. Применение в нём диодов Шотки позволило почти в два раза снизить мощность, рассеиваемую выпрямителем. Конденсаторы фильтра C3—C14 заряжаются до амплитудного значения, т. е. почти до 35 В.

Напряжение 15 В с обмотки III трансформатора выпрямляет диодный мост VD4, а стабилизатор DA1 ограничивает на уровне 12 В. Стабилизированное напряжение поступает на управляющие транзисторы VT1, VT2. Так как через излучающие диоды оптопар U1 и U2 ток не протекает, оптотранзисторы закрыты и через резисторы R5 и R6 протекает базовый ток транзистора VT1. Поэтому он открывается, а транзистор VT2 остаётся закрытым.

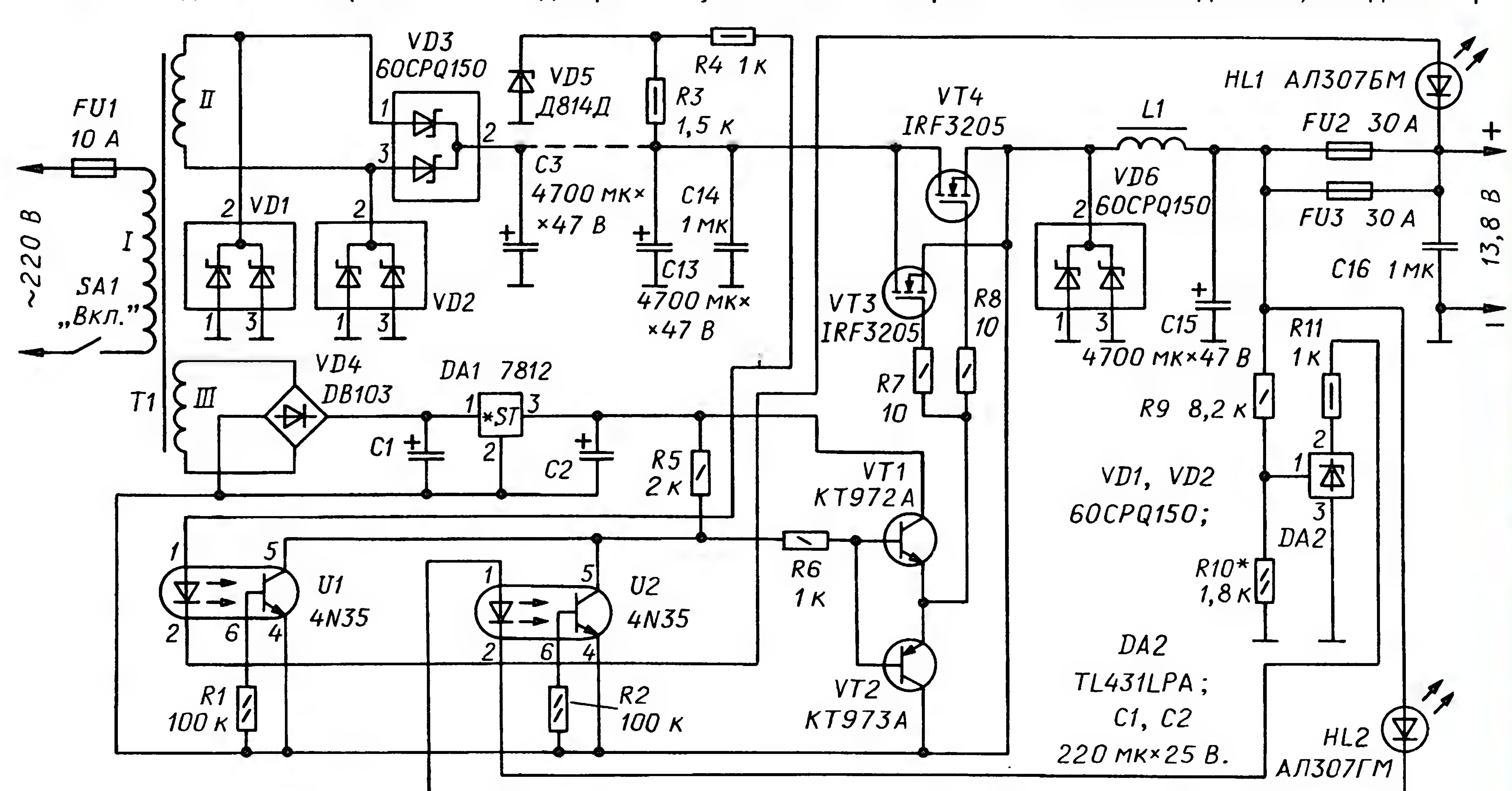
Через VT1 на затворы транзисторов VT3 и VT4 относительно их истоков приходит открывающее напряжение 12 В. Резисторы R7 и R8 устраняют высокочастотное самовозбуждение ступени в моменты переключения. При открывании транзисторов коммутирующего элемента через накопительный дроссель L1 начинает протекать ток, напряжение на конденсаторе фильтра C15 увеличивается. Одновременно увеличивается и напряжение на управляющем входе стабилизатора DA2, задаваемое делителем R9R10.

Как только напряжение на конденсаторе C15 становится равным 13,8 В, напряжение на управляющем входе микросхемы DA2 достигает 2,5 В и он открывается. Через излучающий диод оптопары U2 и светодиод HL2 начинает течь ток, ограничиваемый резистором R11. Включившийся светодиод HL2 зелёного цвета свечения сигнализирует о достижении на выходе блока питания номинального напряжения. В этот момент открывается оптотранзистор оптопары U2 и базовый резистор R6 через малое сопротивление коллектор—эмиттер соединяется с отрицательным выводом источника питания управляющего узла.

В результате транзистор VT1 закрывается, а VT2 открывается и ёмкость затвор—исток транзисторов коммутирующего элемента быстро разряжается через резисторы R7, R8 и открывшийся транзистор VT2. Транзисторы VT3, VT4 при этом закрываются.

Энергия, запасённая в магнитном поле дросселя L1, преобразуется в электрический ток, замыкаемый через нагрузку открывающимся коммутирующим диодом VD6. Необходимость применения двух полевых транзисторов, работающих параллельно, объясняется тем, что ток через дроссель L1 имеет треугольную форму, и при выходном токе 50 А амплитуда тока через дроссель и транзисторы достигает 100 А. Помимо уменьшения протекающего через каждый из этих транзисторов тока, параллельное их соединение позволило в два раза снизить мощность, рассеиваемую переключательным элементом, и облегчить тепловой режим под кожухом прибора.

При номинальной нагрузке блока питания напряжение на его выходе равно 13,8 В, а на стабилитроне VD5 — 12,5 В. Излучающий диод оптопары U1 и светодиод HL1 закрыты. Если произошло замыкание выхода блока, выходное напря-



тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

жение становится близким к нулю и через светодиод HL1 и излучающий диод оптопары U1 от стабилизатора напряжения R3VD5 протекает ток, ограниченный резистором R4. Светодиод HL2 зелёного цвета свечения гаснет, и включается HL1 красного свечения. Открывается оптопара U1, что приводит к закрыванию переключательного элемента. После устранения причины замыкания выхода блока он автоматически переходит в рабочий режим.

Источник питания имеет значительный запас по мощности, вследствие чего при токовых перегрузках на выходе успевают сработать плавкие предохранители FU2 и FU3 на номинальный ток 30 А, включённые параллельно. При этом будут одновременно светить индикаторы HL1 и HL2.

Таким образом, два светодиода индицируют три состояния блока питания. Свечение HL2 указывает на номинальное выходное напряжение, HL1 — на перегрузку, HL1 и HL2 одновременно — на перегорание предохранителей FU2, FU3. Налаживание блока питания заключается в подборке резистора R10 для установки необходимого выходного напряжения.

Управляющие транзисторы VT1 и VT2 в устройстве могут быть указанных типов с любым буквенным индексом. В случае необходимости каждый из них может быть заменён парой высокочастотных транзисторов, включённых по схеме Дарлингтона: КТ972А заменят КТ315 и КТ6114, а КТ973А — КТ361 и КТ6115 с любыми буквенными индексами. Несколько хуже работают пары КТ315, КТ815 и КТ361, КТ814. Переключательные транзисторы VT3, VT4 выбирают исходя из условий: напряжение сток—исток — не менее 50 В, а постоянный ток стока — не менее 50 А. Этим требованиям удовлетворяют, например, полевые транзисторы IRFZ48N, IRF1010N, IRL3705N, IRL2505.

Сетевой трансформатор Т1 применён промышленный, ОС-1,0-220/24, на вторичное напряжение 24 В, мощностью 1 кВт. Встречаются также аналогичные трансформаторы, маркированные ОС-1,0-220/50-24. Обмотку III наматывают монтажным проводом МГШВ-0,5 в свободном месте окна трансформатора без разборки его магнитопровода. Первоначально укладывают десять витков, измеряют полученное напряжение, после чего рассчитывают необходимое число витков для достижения напряжения 15 В и доматывают необходимые витки. Вместо обмотки III можно применить отдельный сетевой трансформатор с выходным переменным напряжением 12...17 В мощностью 3...5 Вт.

Если готовый сетевой мощный трансформатор приобрести не удаётся, его можно изготовить из старого девятиамперного ЛАТРа. В качестве первичной следует использовать имеющуюся обмотку целиком (на 250 В), заизолировав отводы на 127 и 220 В. Очищенную от эмали дорожку на витках обмотки нужно очистить от пыли и покрыть двумя слоями нитролака НЦ221 или НЦ222 (в крайнем случае клея БФ-2).

После высыхания лака обмотку покрывают лентой из лакоткани или хлопчатобумажной матерчатой изоляционной лентой (два слоя). Затем укладывают вторичную обмотку, состоящую из 27 витков изолированного медного провода прямоугольного сечения 5×2 мм (или жгута из проводов меньшей толщины общим сечением не менее 10 мм^2). Обмотка III — 19 витков любого монтажного провода.

Диоды VD1—VD3, VD6 — сборки из двух диодов Шотки с общим катодом на обратное напряжение не менее 50 В и выпрямленный ток 60 А. Вместо 60CPQ150 можно использовать 60CMQ050, C60P05Q, FST6050. Две из них — VD1, VD2 с общим катодом — удобно заменить одной с общим анодом FST16050A, S60D50A или SR5050A.

Выпрямительный мост VD4 может быть собран из четырёх диодов с обратным напряжением не менее 30 В и выпрямленным током 0,1 А. Вместо 7812 (DA1; выходное напряжение 12 В) можно использовать стабилизаторы KA7812, 78M12 или отечественные КР142ЕН8Б, КР142ЕН8Д, КР1180ЕН12А, КР1180ЕН12Б. Стабилизатор TL431LPA (DA2) заменим отечественным КР142ЕН19А, но при этом, как показали измерения, пульсации выходного напряжения источника увеличивались с 63 до 80 мВ.

Транзисторные оптопары, кроме указанных на схеме, могут быть 4N25—4N28, TLP331 или отечественные АОТ128А. Светодиоды HL1 и HL2 — любые красного и зелёного цветов свечения. Резисторы — МЛТ и С2-23; оксидные конденсаторы — импортные, а С14, С16 — К73-17. Предохранители FU2, FU3 на 30 А применены автомобильные.

Дроссель L1 — самодельный, изготовлен следующим образом. На гладкую оправку с внешним диаметром 35 мм наматывают несколько слоёв полиэтиленовой плёнки. Поверх неё укладывают виток к витку первый слой обмотки — 9 витков медного изолированного провода прямоугольного сечения 5×2 мм и наматывают пропитанный эпоксидным клеем слой стеклоткани. Её перед пропиткой необходимо прожечь в пламени паяльной лампы или газовой горелки.

Стеклоткань закрепляют нитками, наматывают второй слой обмотки — 8 витков, затем пропитанный эпоксидным клеем второй слой стеклоткани, который снова закрепляют нитками, и наматывают последний слой обмотки — 7 витков. Итоговое число витков обмотки — 24. Для предохранения от расползания витков обмотку стягивают нитками, покрывают снаружи тонким слоем эпоксидного клея и оставляют в тёплом месте до полной его полимеризации.

Всю работу необходимо выполнять в резиновых перчатках.

Через сутки готовую катушку снимают с оправки. Полиэтиленовую плёнку удаляют. Напильником снимают заусенцы и натёки клея.

Для изготовления магнитопровода необходимо обломки различных ферритовых изделий, вплоть до магнитопроводов отклоняющих систем кинескопов, истолочь в ступе и просеять. Самодельная ступа изготовлена из обрезка стальной трубы диаметром около 160 мм, приваренного к обрезку стального листа толщиной 3 мм. Пест представляет собой стальной стержень диаметром 30 мм.

Обломки феррита следует предварительно несколько раз нагреть в духовке до температуры 160 °С и быстро охладить в холодной воде, при этом в феррите образуются микротрещины, существенно облегчающие процесс измельчения. Просеянный через мелкое сито (можно изготовить из капронового чулка) ферритовый порошок замешивают на эпоксидном клее до густоты сметаны. Катушку ставят вертикально на лист органического стекла (к нему не приклеивается эпоксидная смола), зазоры между листом и катушкой замазывают автогерметиком, и полость внутри катушки заполняют полученной массой. После заливки в массу необходимо заложить головки одного-двух латунных винтов М4, которые в дальнейшем послужат для монтажа дросселя на шасси питания.

Дроссель, изготовленный по описанной технологии, получился весьма "тихим" и практически не нагревается во время работы.

Конструкция источника питания может быть во многом произвольной. Так как устройство предполагалось использовать в гараже в стационарных условиях, я не стремился к минимизации его габаритов. Диодные сборки VD1—VD3 установлены на общем теплоотводе с полезной площадью 600 см^2, транзисторы VT3, VT4 и диод VD6 — на втором, 800 см^2. Эксплуатация показала, что теплоотводы практически не нагреваются и поэтому их размеры могут быть существенно уменьшены.

Печатная плата не разрабатывалась. Устройство собрано навесным монтажом на отрезках технологических монтажных плат. На одной из них размерами 50×30 мм — детали источника питания узла управления, оптопары и транзисторы узла. Плата на стойках закреплена на теплоотводе транзисторов коммутирующего элемента.

Стабилизатор выходного напряжения и элементы узла защиты от перегрузок размещены на второй плате размерами 30×20 мм. Она закреплена на шасси вблизи выходных предохранителей.

Монтаж сильноточной части источника следует выполнять отрезками провода сечением 8...10 мм^2. Так как монтажный провод такого сечения найти затруднительно, можно изготовить его самостоятельно из экранирующей оплётки коаксиального кабеля РК-75. Пучок отрезков оплётки необходимой длины, снятых с кабеля, протягивают в термоусадочную полимерную трубку диаметром 8 мм. После прогревания трубки горячим воздухом из фена провод используют для монтажа.

В экспериментах по увеличению выходной мощности описанного источника питания мостовой мощный выпрямитель был собран на диодах В320-2, в качестве коммутирующего (VD6) применялся диод ДЧ171-320, число транзисторов коммутирующего элемента увеличено до пяти, причём сопротивление резисторов в цепи их затвора увеличено до 22 Ом. Сетевым трансформатором служил сварочный, а параллельно конденсатору С16 был включён ещё один диод ДЧ171-320 катодом к плюсу, анодом — к минусу. Предохранители FU2, FU3 заменены одним самодельным на ток около 150 А.

В таком исполнении источник уверенно вращал стартёром коленчатый вал двигателя автомобиля "Волга".

Часы на больших светодиодных индикаторах

В. АРИСТОВ, С. БЕЗРУКОВ, г. Северодвинск Архангельской обл.

Предлагаемые вниманию читателей часы построены на семиэлементных светодиодных индикаторах с высотой цифр 57 мм, причём их яркость автоматически изменяется в зависимости от уровня внешней освещённости.

В радиолюбительской литературе описано множество конструкций цифровых часов, собранных как на микросхемах малой и средней степени интеграции, так и на микроконтроллерах. Многие из них оснащены будильниками, календарями, таймерами и прочими полезными дополнительными функциями. Тем не менее в большинстве случаев применены светодиодные индикаторы с высотой знака 12...14 мм. Это даёт возможность питать всё устройство от одного источника (напряжением, как правило, 5 В), но не позволяет уверенно рассмотреть показания часов с расстояния более 2...3 м.

В выпускаемых промышленностью светодиодных семиэлементных индикаторах со знаками большого размера для подсветки каждого элемента установлено по несколько светодиодов, включённых последовательно. Это приводит к необходимости питать индикатор гораздо большим напряжением, чем могут выдержать распространённые микросхемы, что усложняет схему узла индикации. Иногда радиолюбители собирают большие индикаторы из единичных светодиодов [1], но и в этих случаях используют лишь низковольтное питание.

Применённые в предлагаемых часах индикаторы NFD-23011BS содержат по четыре последовательно соединённых светодиода на элемент при суммарном прямом напряжении на них около 8 В. С учётом неизбежного падения напряжения на токоограничительных резисторах и управляющих транзисторах им необходим источник питания напряжением не менее 10 В.

Устройства управления индикаторами, требующими повышенного напряжения, чаще всего строят на дискретных транзисторах [2, 3]. Но для этой цели выпускаются и специализированные микросхемы, позволяющие заметно уменьшить число компонентов узла индикации. Например, в часах, описанных в [4], применена одна из таких микросхем — TLC5916. Но чтобы уменьшить помехи приёму сигналов точного времени, в этих часах использована статическая индикация, что увеличивает число микросхем управления индикаторами до четырёх и существенно повышает потребляемый ток.

В часах, предлагаемых вниманию читателей, с помощью микросхем TLC59210 и TLC59213 реализован динамический вывод информации на большой светодиодный индикатор. Обе микросхемы похожи по структуре и представляют собой восьмиразрядные

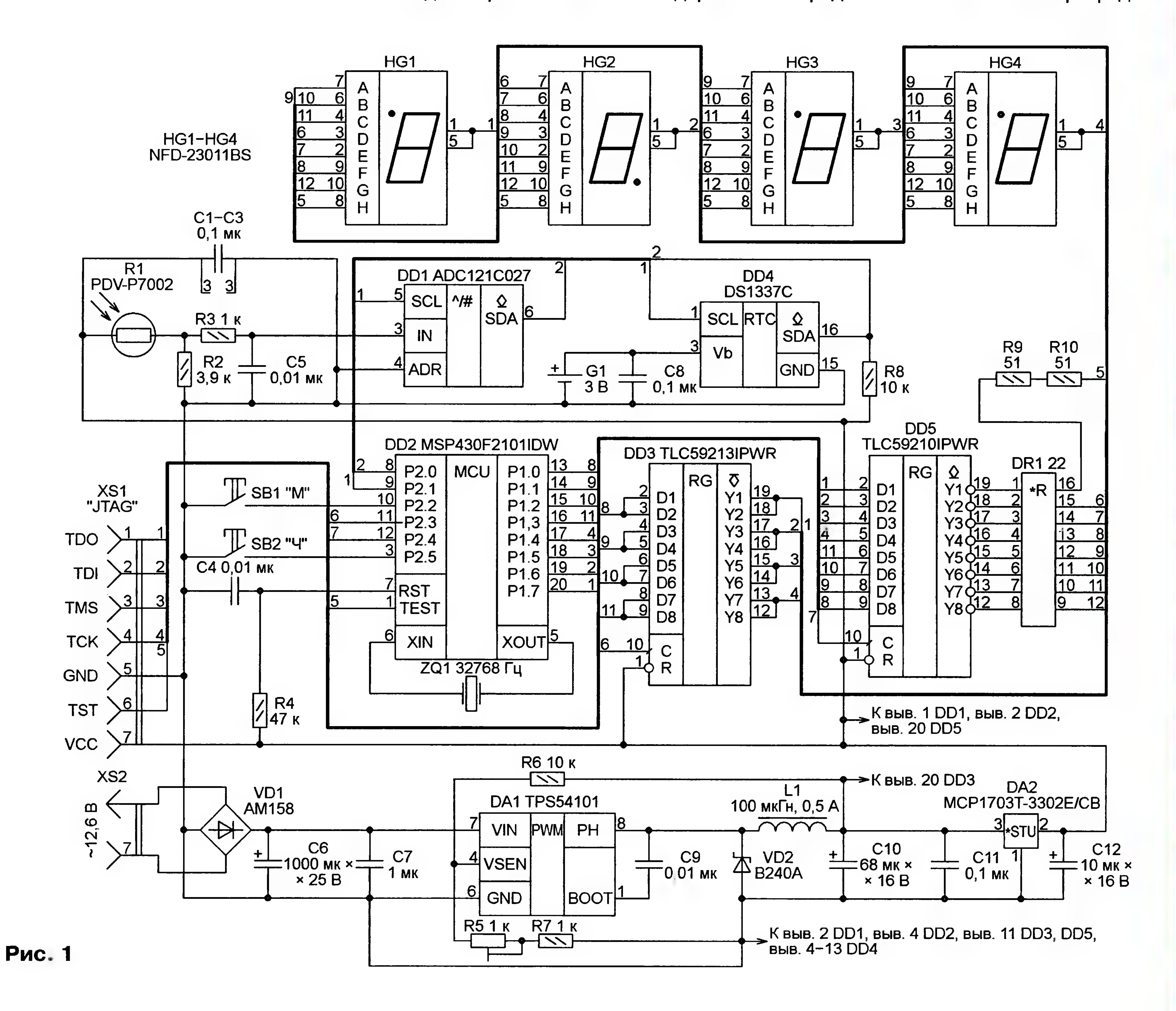


Рис. 1

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

триггерные регистры с выходными усилителями. Код, поданный на информационные входы регистра, записывается в него и появляется на выходах по нарастающему перепаду уровня на тактовом входе.

Микросхема TLC59213 работает от источника питания напряжением 4,5...13,2 В, однако в любом случае её входы воспринимают сигналы напряжением 2 В и более, как имеющие высокий, а напряжением менее 0,8 В — низкий логический уровень. Этим обеспечена совместимость со стандартными микросхемами структур ТТЛ и КМОП.

Выходы этой микросхемы выполнены по схеме "с открытым эмиттером". Высокий уровень выходного напряжения приблизительно на 2 В меньше напряжения питания при токе нагрузки выхода не более 400 мА. Этим же значением ограничен максимально допустимый суммарный вытекающий ток всех выходов. Стандартное использование микросхемы TLC59213 — коммутация анодных цепей светодиодных индикаторов, в том числе требующих повышенного напряжения питания.

Выходы микросхемы TLC59210 — инверсные и выполнены по схеме "с открытым стоком". К ним подключают катоды светодиодных индикаторов. Напряжение питания этой микросхемы — 3...5 В, максимальный втекающий ток каждого выхода при напряжении питания 3,3 В — 100 мА.

Ясно, что применение больших индикаторов подразумевает, что показания часов будут читать со значительного расстояния. Это обстоятельство фактически лишает смысла оснащение часов дополнительными функциями, требующими оперативного ручного изменения режима их работы. В нашем случае из таких функций оставлена лишь установка времени. Яркость индикаторов, однако, необходимо регулировать, понижая её в тёмное время суток [4]. Иначе большие индикаторы, яркость которых выбрана исходя из необходимости хорошо видеть их показания при дневном свете, неприятно "режут глаза" в сумерках.

Схема часов изображена на **рис. 1**. Всеми их узлами управляет 16-разрядный микроконтроллер семейства MSP430 (DD2). Он работает от внутреннего RC-генератора частотой 1 МГц. Кварцевым резонатором ZQ1 на 32768 Гц стабилизирована частота задающего генератора внутреннего таймера микроконтроллера, что уменьшает влияние температуры и других дестабилизирующих факторов на точность формируемых с помощью этого таймера интервалов времени. Кнопками SB1 и SB2 корректируют показания часов, устанавливая ими соответственно минуты и часы точного времени.

Разъём XS1 предназначен как для первичного программирования микроконтроллера DD2 через интерфейс JTAG, так и для его перепрограммирования при возможной доработке. Программирование производилось с помощью USB-программатора MSP-FET430UIF. Для стыковки его десятиконтактного JTAG-разъёма с малогабаритным семиконтактным разъёмом XS1 был изготовлен специальный переходник.

Счёт текущего времени, чтобы он не прерывался при отключении основного источника питания часов, ведётся с помощью специализированной микросхемы часов реального времени DS1337C (DD4), питающейся от литиевого элемента CR2032 (G1). Эта микросхема содержит собственный кварцевый генератор на частоту 32768 Гц. Она связана с микроконтроллером по интерфейсу I^2C с нагрузочным резистором R8 на линии SDA. Между сравнительно редкими и короткими обращениями к ней микроконтроллера DD2 микросхема DD4 потребляет от элемента питания ток менее микроампера.

Датчиком уровня внешней освещённости часов служит фоторезистор R1 диаметром 6 мм, сопротивлением около 100 Ом при ярком солнечном свете и около 500 кОм в темноте. Напряжение, поступающее с делителя напряжения, образованного фоторезистором и резистором R2 через фильтр R3C5 на вход 12-разрядного АЦП ADC121C027 (DD1), тем выше, чем больше освещённость фоторезистора. АЦП подключён к микроконтроллеру по тому же интерфейсу I^2C, что и микросхема часов реального времени. Эти устройства программа различает по присвоенным им адресам ведомого: 1010001 — АЦП, 1101000 — часы.

В качестве образцового применённый АЦП использует напряжение питания. Как показали эксперименты, значения нескольких младших разрядов выходного кода АЦП непостоянны даже при малозаметном на глаз изменении освещённости. Поэтому из 12 имеющихся разрядов кода программа использует только семь старших. Игнорирование пяти младших разрядов позволило отказаться от программного усреднения результата преобразования. Оставшихся разрядов вполне достаточно для плавного, без флюктуаций управления яркостью индикаторов.

Как уже отмечалось, узел динамического вывода информации на индикаторы HG1—HG4 собран на микросхемах TLC59213IPWR (DD3) и TLC59210IPWR (DD5). Достаточная максимальная яркость применённых индикаторов достигается при импульсном токе их общих анодов около 330 мА (включены все элементы). Так как индикатор четырёхразрядный, а регистр TLC59213IPWR имеет восемь разрядов, для облегчения режима работы разряды регистра соединены попарно как по входам, так и по выходам. В результате какого-либо ощутимого разогрева микросхемы не наблюдается.

Хотя некоторые информационные входы регистров DD3 и DD5 соединены с одними и теми же выходами порта P1 микроконтроллера, загрузка информации в регистры происходит раздельно по тактовым сигналам, формируемым на выходах P2.3 и P2.4 микроконтроллера. В результате на организацию динамической индикации израсходовано всего десять выводов микроконтроллера.

Резисторы, ограничивающие ток элементов светодиодных индикаторов, находятся в резисторной сборке DR1. Поскольку десятичная точка (элемент H), в отличие от элементов A—G, содержит лишь два, а не четыре светодиода, ограничительный резистор в его цепи должен быть большего сопротивления, чем другие. Это достигнуто включением последовательно с соответствующим резистором сборки DR1 двух дополнительных резисторов R9 и R10.

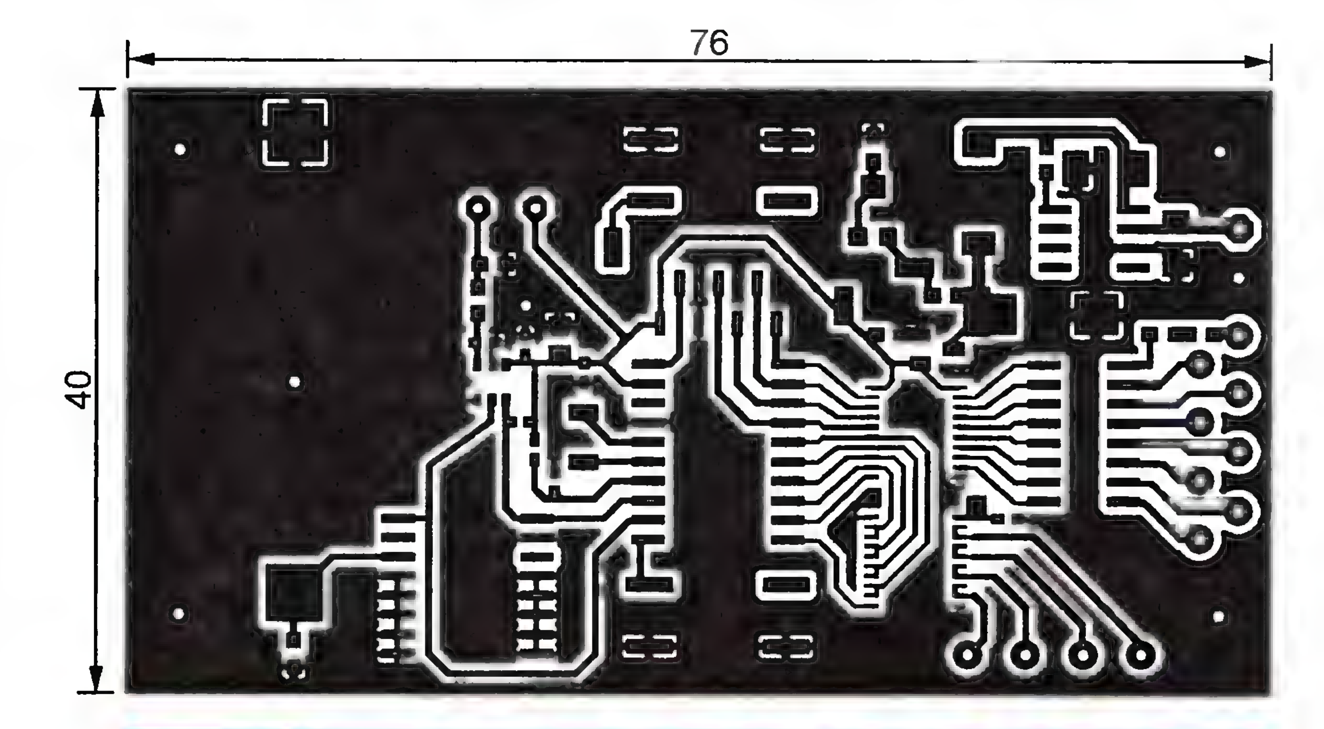
Питание часов производится переменным напряжением 12,6 В, 50 Гц, подаваемым на разъём XS2 от подходящего понижающего трансформатора. Выпрямленное диодным мостом VD1 и сглаженное конденсатором C6 напряжение поступает на импульсный стабилизатор, собранный на хорошо зарекомендовавшей себя микросхеме TPS54101 (DA1), работающей на частоте 500 кГц. Заметим, что на разъём XS2 можно подать и постоянное напряжение 15...25 В любой полярности.

Подстроечным резистором R5 регулируют в пределах приблизительно 7...13 В выходное напряжение импульсного стабилизатора. Этим устанавливают желаемую яркость индикаторов HG1—HG4. В нашем случае оптимальное значение этого напряжения оказалось равным 10,5 В. Оно питает микросхему DD3 и, кроме того, поступает на вход линейного стабилизатора MCP1703T-3302E/CB (DA2), дающего напряжение 3,3 В для питания остальных узлов часов. Выбор именно этого стабилизатора объясняется его способностью выдерживать входное напряжение до 16 В. Ток нагрузки по цепи 3,3 В не превышает 2 мА.

Программа микроконтроллера написана на языке ассемблера семейства MSP430 и предназначена для компиляции в свободно распространяемой системе разработки программ IAR-KICKSTART (**http://dl-www.ti.com/lit/sw/slac050z/slac050z.zip**).

При желании расширить функциональные возможности часов путём доработки программы следует учитывать, что прилагаемый к статье вариант программы занимает в памяти микроконтроллера MSP430F2101IDW 959 байтов из 990 имеющихся. Придётся заменить этот микроконтроллер другим того же семейства, но с памятью большего объёма. Подойдут, например, MSP430F2111IDW, MSP430F2121IDW или MSP430F2131IDW (объём памяти соответственно 2, 4 и 8 Кбайт). Поскольку программа разрабатывалась с использованием техники перемещаемого ассемблирования, её адаптация к перечисленным микроконтроллерам, несмотря на различную организацию их памяти, не вызывает особых трудностей. Достаточно перед компиляцией правильно указать в параметрах проекта тип используемого микроконтроллера.

Динамическая индикация организована в программе с помощью прерываний от канала 0 таймера, генерируемых каждые 1000/256 ≈ 3,9 мс. При этом частота регенерации информации на индикаторе получается равной 64 Гц.



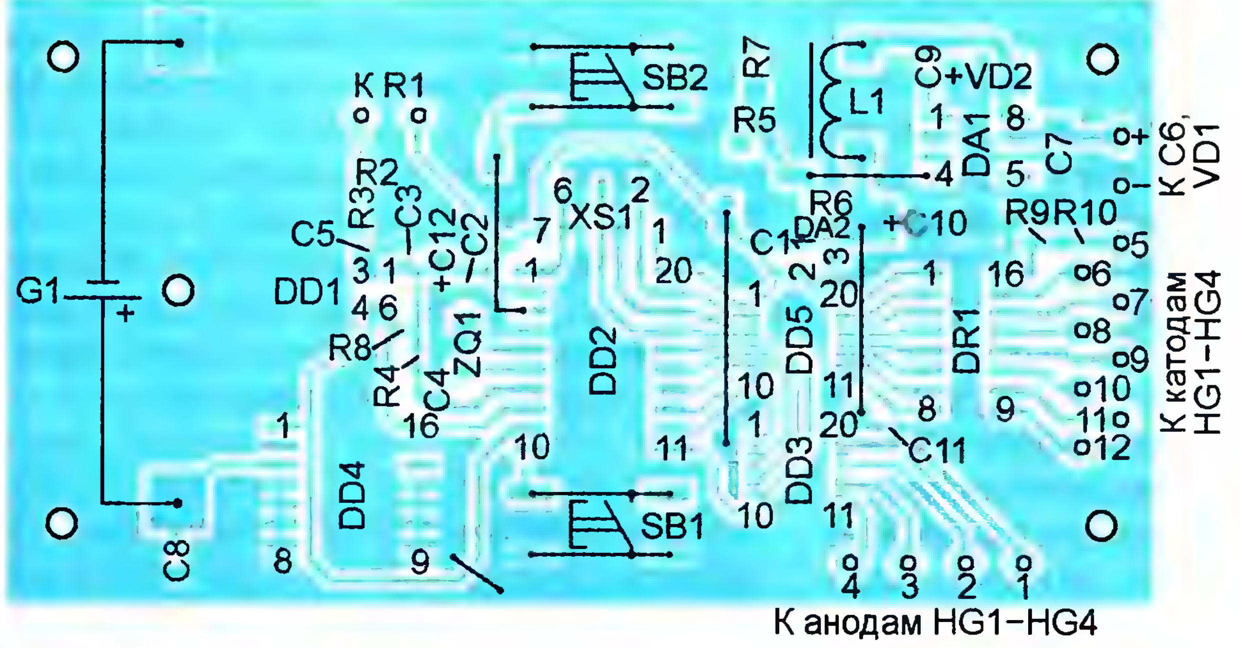


Рис. 2

При обработке прерывания "семиэлементный" код очередной цифры выводится в порт P1 микроконтроллера и затем записывается в регистр DD5 тактовым импульсом, формируемым на линии P2.4.

После этого в порт P1 выводится число 1, 2, 4 или 8 в зависимости от того, в каком разряде индикатора должна появиться цифра, код которой находится в регистре DD5. Это число (в двоичном представлении — единица в отображаемом разряде и нули в остальных) переписывается в регистр DD3 тактовым импульсом с линии P2.3. В результате включается соответствующий выводимому разряду индикатор HG1—HG4. Через 125·N/4096 мс канал 1 таймера микроконтроллера генерирует запрос прерывания, при обработке которого все разряды регистра DD3 обнуляются и все индикаторы гаснут.

Число N в приведенной выше формуле — не что иное, как полученный от АЦП семиразрядный код интенсивности внешнего освещения. Его значение записывается в регистр TACCR1 канала 1 таймера и может находиться в интервале от 4 до 127. Соответственно ему программа изменяет коэффициент заполнения импульсов, включающих индикаторы, от 3 % (минимальная яркость) до 24,8 % (максимальная яркость).

Через 15360 запросов прерывания от канала 0 таймера (то есть раз в минуту) выполняется чтение текущего времени из микросхемы DD4 с соответствующим изменением показаний на индикаторах. Уровень освещённости измеряется каждые 15 с. Чаще это делать нецелесообразно ещё и потому, что передача информации из АЦП DD1 по общим с микросхемой DD4 линиям интерфейса I^{2}C приводит к увеличению тока, потребляемого микросхемой DD4 от элемента G1.

Если часы работают от внешнего источника питания практически без перерывов, для продления срока службы элемента G1 микросхему DD4 можно питать выходным напряжением стабилизатора DA2, подав это напряжение на её вывод 3 через диод (желательно — диод Шотки). Такой же диод необходимо включить и последовательно с элементом G1. Переключение микросхемы DD4 на автономное питание при отсутствии внешнего будет происходить автоматически.

Почти все детали часов смонтированы на изображённой на **рис. 2** печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 0,8 мм. Фольга на нижней стороне платы и значительная её часть на верхней использована в качестве общего провода. На плате имеются пять проволочных перемычек. По углам предусмотрены четыре отверстия для крепёжных стоек. Ещё одно отверстие для стойки находится под литиевым элементом G1. Она предотвращает излишнее прогибание платы при смене элемента.



Рис. 3

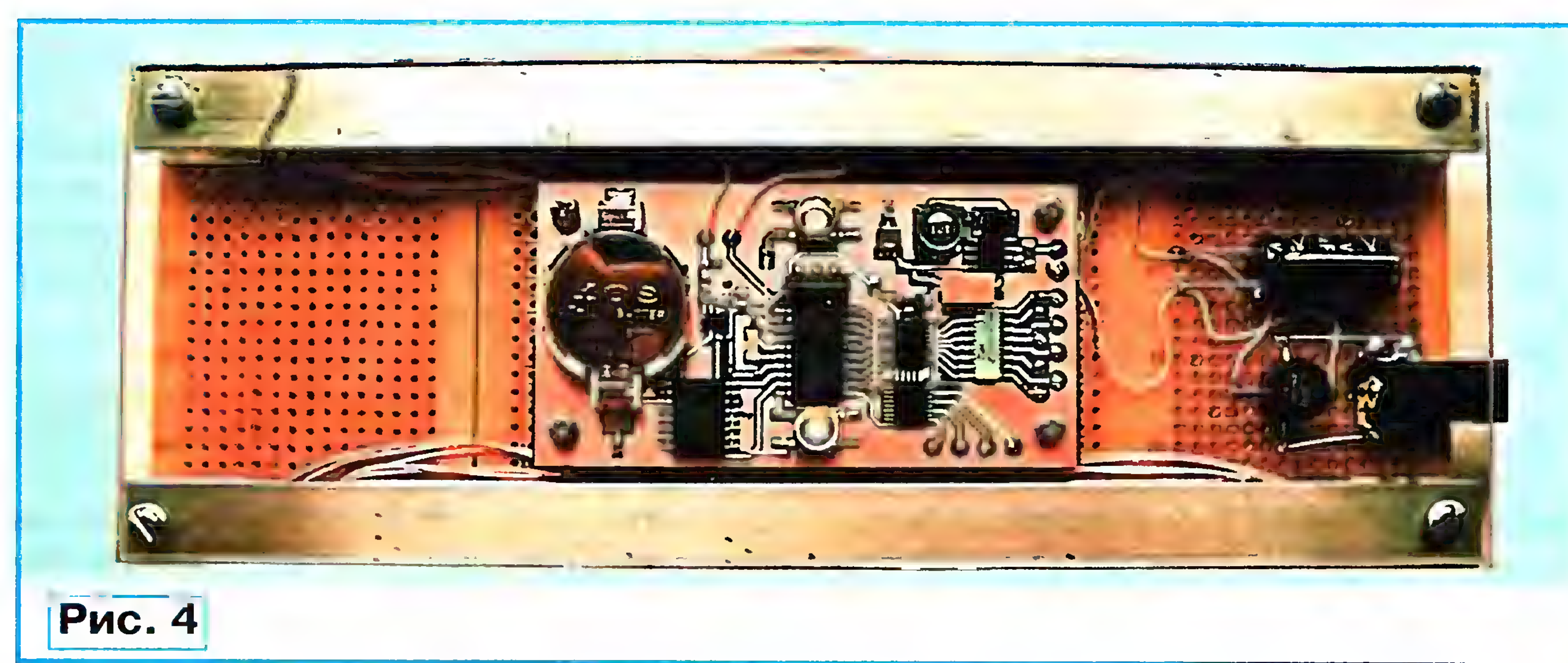


Рис. 4

Рисунок печатных проводников печатался на специальной бумаге Toner Transfer System фирмы Pulsar. Фирма рекомендует использовать уже морально устаревший лазерный принтер HP LaserJet 4, но неплохие результаты получены и с более современным принтером Dell 5210. Эта бумага имеет покрытие, обеспечивающее отставание от него тонера при погружении в воду.

Для переноса рисунка с бумаги на фольгу использовался ламинатор. С его же помощью рисунок на плате дополнительно покрывался плёнкой GreenTRF Foil той же фирмы. Это значительно уменьшило "подтравливание" печатных проводников, связанное с пористой структурой тонера.

Плата рассчитана на установку резисторов и конденсаторов для поверхностного монтажа типоразмеров 0402, 0603 и 0805. Резисторная сборка DR1 — 766163220GP фирмы CTS. Микросхемы TLC59210IPRW и TLC59213IPRW — в корпусах TSSOP-20 с шагом выводов 0,65 мм. Они также выпускаются с индексом IN — в корпусах PDIP-20 для обычного монтажа. Но применение таких микросхем потребует существенной переделки печатной платы.

Конденсатор С10 — оксидный танталовый типоразмера 7343 с возможно меньшим ЭПС. Керамический конденсатор С7 типоразмера 1206 должен быть рассчитан на напряжение не менее 25 В. Дроссель L1 следует выбирать с возможно меньшим сопротивлением постоянному току.

Кварцевый резонатор ZQ1 — ABS09-32.768KHZ-7-T фирмы Abracon. Розетка XS1 — LPPB071NFSC-RC фирмы Sullins

с шагом гнёзд 1,27 мм. Кнопки SB1 и SB2 — модели KSC201GLFS фирмы C&K.

Внешний вид собранных и работающих часов со стороны индикаторов показан на **рис. 3**, а со стороны монтажа — на **рис. 4**. Каждый индикатор смонтирован на отдельной перфорированной плате. Все четыре укреплены винтами М2 на двух алюминиевых швеллерах шириной 12,5 мм, которые образуют шасси конструкции. С обратной стороны одной из этих плат установлены разъём питания XS2, диодный мост VD1 (он должен быть рассчитан на ток не менее 1 А) и сглаживающий оксидный конденсатор С6. Чтобы уместиться в отведённом ему месте, этот конденсатор должен быть малогабаритным, диаметром не более 10...12 мм.

Обратите внимание, что индикаторы HG1, HG3 и HG4 повёрнуты на 180 град. относительно HG2. Их десятичные точки находятся не в нижней, как обычно, а в верхней части табло. Это позволяет изобразить две разделительные точки между разрядами часов и минут, а при возможном дополнении часов термометром — символ градуса. Монтаж индикаторов выполнен гибкими изолированными проводами диаметром 0,5 мм. Фоторезистор R1 приклеен к верхнему швеллеру через изоляционную прокладку, а его выводы пропущены в специально просверленные отверстия.

Задняя стенка часов изготовлена из органического стекла. Для доступа к кнопкам SB1, SB2 в ней просверлены два отверстия. Благодаря высокой точности установки и стабильности частоты встроенного в микросхему DD4 генератора корректировать показания часов приходится довольно редко. Задняя стенка крепится четырьмя винтами М2,5 к швеллерам, для чего в них предусмотрены резьбовые отверстия. Боковые стенки отсутствуют, что улучшает вентиляцию.

Налаживание часов сводится к установке подстроечным резистором R5 оптимального напряжения на выходе импульсного стабилизатора, собранного на микросхеме DA1. До первого включения его движок следует перевести в соответствующее минимуму напряжения правое по схеме положение. Затем, осветив фоторезистор ярким солнечным светом или мощной лампой, медленным вращением движка подстроечного резистора добиться нужной яркости индикаторов. Замечено, что увеличение напряжения выше некоторого значения (в нашем случае выше 11 В) уже не вызывает заметного прироста яркости, но приводит к ощутимому повышению температуры корпуса микросхемы DD3.

Если используется фоторезистор, отличающийся от указанного на схеме, может потребоваться подборка резистора R2. Следует стремиться к тому, чтобы напряжение на входе (выводе 1 АЦП) DD1 было как можно ближе к 3,3 В при ярком свете и как можно ближе к нулю в темноте.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Никифоров В.** Модернизация больших электронных часов. — Радио, 2008, № 7, с. 34—36.

2. **Суров В.** Настенные часы-термометр. — Радио, 2008, № 12, с. 39—42.

3. **Rowe J.** Dead-Accurate 6-Digit GPS-Locked Clock (Pt. 1). — Silicon Chip, 2009, № 5, p. 20—28.

4. **Nisley E.** Totally Featureless Clock. — Circuit Cellar, 2010, № 4, p. 54—60.

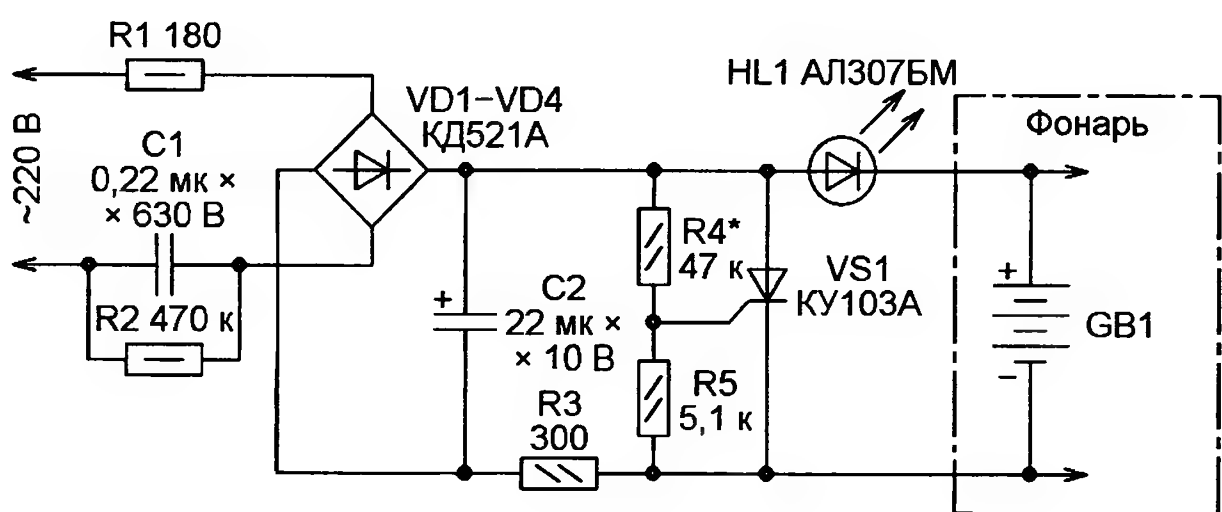
***От редакции**. Программа микроконтроллера часов находится на нашем FTP-сервере по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/09/bigLED2.zip>**.*

Зарядное устройство с автоматическим выключением для аккумуляторного фонаря

А. СТАРОВЕРОВ, г. Вологда

В большинстве простейших зарядных устройств для никель-кадмиевых аккумуляторных батарей, применяемых, например, в карманных фонарях, не предусмотрено автоматическое прекращение зарядки. Сигнализирующий о её ходе светодиод зачастую продолжает светиться (иногда с пониженной яркостью) и после того, как батарея зарядилась полностью. Так, существует опасность выхода из строя некоторых элементов включённого в сеть зарядного устройства при нарушении контакта в цепи заряжаемой батареи.

Предлагаемое устройство, схема которого изображена на **рисунке**, за счёт незначительного усложнения лишено этих недостатков. Зарядка автоматически прекращается по достижении напряжением на аккумуляторной батарее заданного значения.



Ток зарядки зависит от ёмкости "гасящего" конденсатора C1. Применение двухполупериодного выпрямителя (диодного моста VD1—VD4) позволило вдвое уменьшить ёмкость этого конденсатора по сравнению с требующейся при однополупериодном выпрямителе. Это даёт возможность использовать конденсатор меньших размеров. Пока тринистор VS1 закрыт, выпрямленный ток течёт через светодиод HL1 и заряжает батарею GB1. Свечение светодиода сигнализирует об идущей зарядке.

Напряжение открывания тринистора VS1 зависит от номиналов резисторов R4 и R5. Как только оно будет достигнуто, тринистор откроется, падение напряжения на нём станет меньше напряжения батареи. Светодиод HL1 окажется включённым в обратной полярности. Весь выпрямленный ток потечёт теперь через тринистор, а не через светодиод и батарею. Зарядка прекратится, а светодиод погаснет.

Благодаря конденсатору C2 ток через тринистор не спадает до нуля по окончании каждого полупериода сетевого напряжения, что могло бы привести к закрыванию тринистора. Он остаётся открытым до отключения устройства от сети. Тринистор откроется и при случайном или преднамеренном отключении аккумуляторной батареи, не давая напряжению на конденсаторе C2 превысить допустимое значение и этим защищая его и диоды VD1—VD4 от пробоя.

Для налаживания устройства устанавливают в него временно вместо постоянного резистора R4 переменный сопротивлением 100 кОм и подключают частично заряженную батарею из трёх никель-кадмиевых аккумуляторов, последовательно с которой соединён переменный резистор сопротивлением 100...200 Ом. Батарея включается на зарядку, причём суммарное напряжение на ней и последовательном переменном резисторе его движком устанавливают равным 4,3...4,4 В, что соответствует рекомендованному в статье В. Кириченко "Устройства контроля зарядки и разрядки аккумуляторов ручного фонаря" в "Радио", 2001, № 7, с. 36, 37.

Медленно уменьшая сопротивление переменного резистора, заменившего R4, добиваются выключения светодиода HL1. Переменный резистор выпаивают, измеряют его сопротивление и заменяют постоянным ближайшего номинала. Далее устанавливают на минимум движок переменного резистора, включённого последовательно с батареей, и вновь начинают зарядку. Постепенно увеличивая сопротивление этого резистора, убеждаются, что светодиод погаснет, а зарядка прекратится при том же напряжении на батарее и резисторе, что и в первом случае. Теперь можно, исключив переменный резистор, подключить батарею непосредственно к зарядному устройству.

Конденсатор C1 должен быть рассчитан на работу при переменном напряжении частотой 50 Гц не менее 250 В. Учтите, что на конденсаторах, как правило, указано допустимое постоянное напряжение. Оно должно быть не менее 630 В. Ёмкость конденсатора выбирают из расчёта 0,1 мкФ на каждые 6 мА зарядного тока (при напряжении в сети 220 В). Диоды и тринистор могут быть любыми, выдерживающими с некоторым запасом зарядный ток аккумулятора и напряжение полностью заряженной батареи, желательно малогабаритными. Тринистор КУ103А можно заменить более современным и имеющим меньший ток управления, например КУ112А. Если наблюдаются его ложные включения под воздействием помех, между выводами катода и анода тринистора рекомендуется подключить керамический или плёночный конденсатор ёмкостью 0,01...0,1 мкФ.

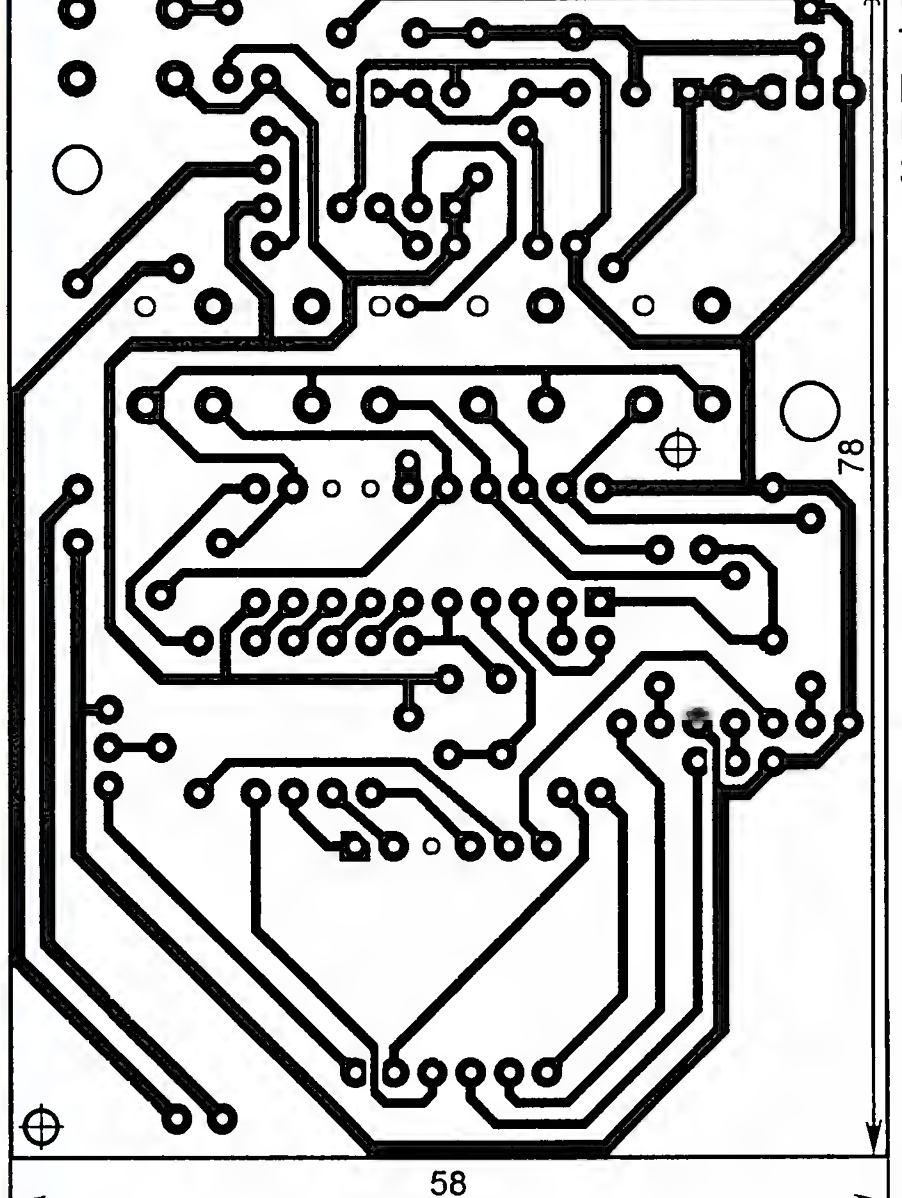
Автор использовал описанное устройство для зарядки установленной в карманном фонаре батареи аккумуляторов неизвестного типа, по внешнему виду и размерам похожих на аккумуляторы Д-0,26. Монтируя и налаживая зарядное устройство, следует помнить, что все его элементы находятся под сетевым напряжением. ■

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

БАНДУРА С. Стробоскопический тахометр. — Радио, 2010, № 8, с. 39.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы изображён на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме светодиода EL1 и разъёмов для подключения источника питания и светодиодного фонаря. Резисторы — МЛТ, С2-33, конденсаторы С1, С7 — оксидные серии ТК фирмы Jamicon (позиционное обозначение С7 присвоено конденсатору, включённому параллельно С3), С2, С4 — керамические КД-1, остальные — К10-17. Кварцевый резонатор ZQ1 — в корпусе HC49-S, кнопки SB1—SB4 — тактовые TS-A6PS-130. Транзистор VT1, интегральный стабилизатор напряжения DA1 и оксидные конденсаторы установлены параллельно плате (первые закреплены винтами с гайками, вторые приклеены клеем "Момент").



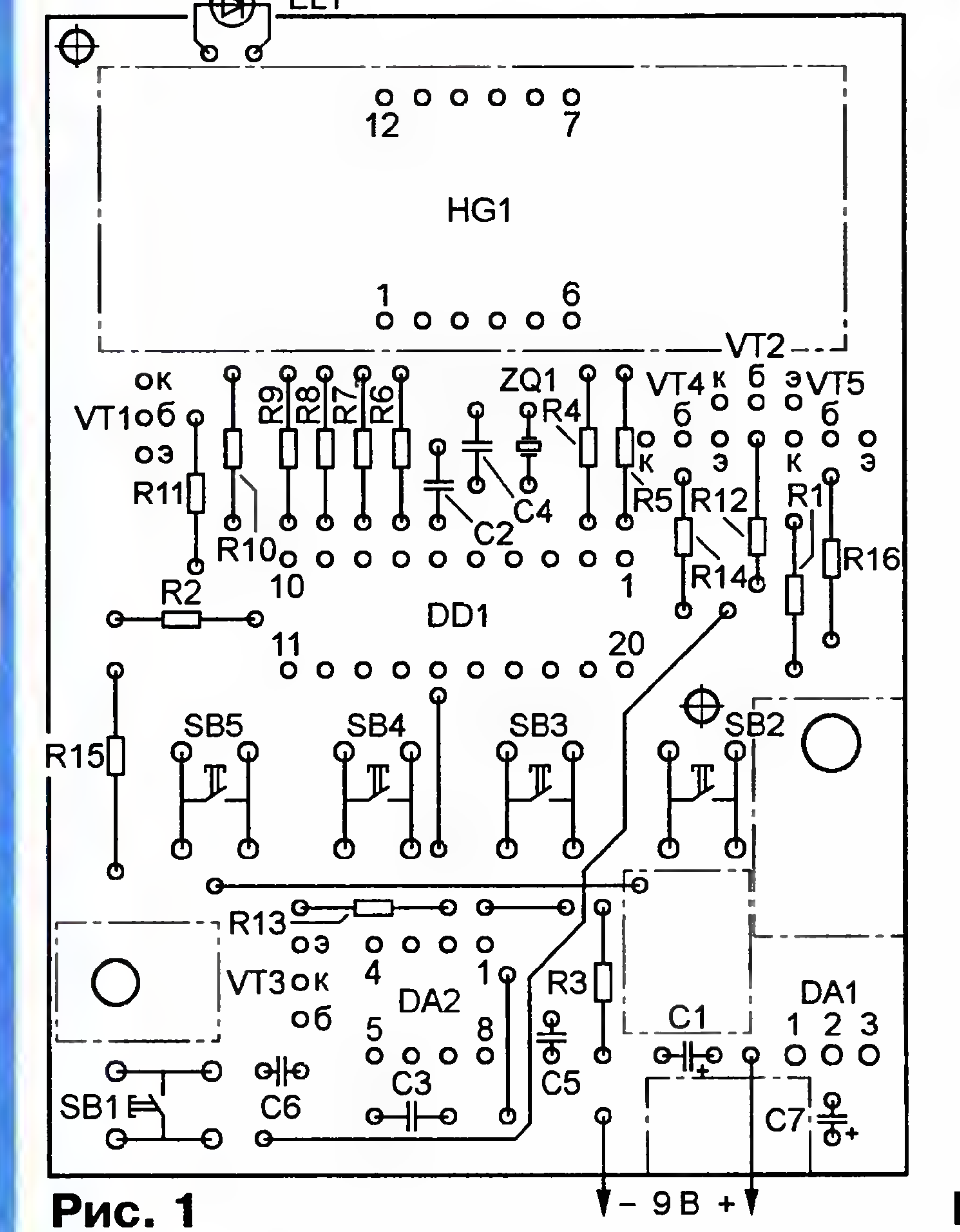
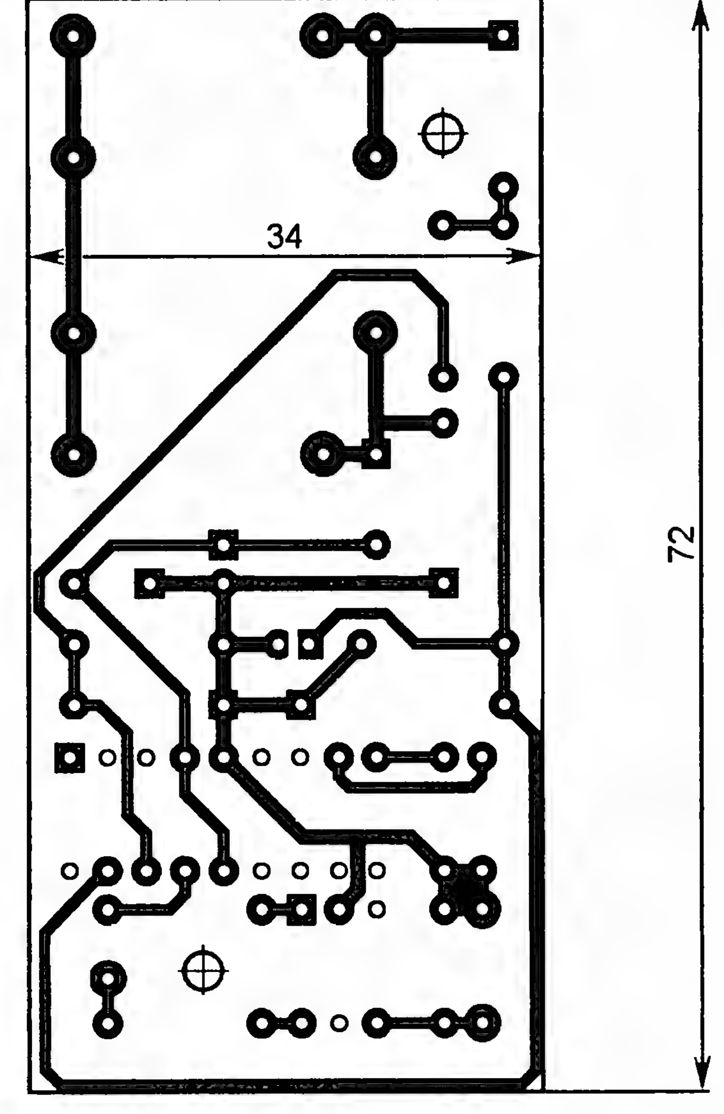


Рис. 1

ЩУСЬ А. Блок защиты от аномального сетевого напряжения. — Радио, 2010, № 11, с. 20, 21.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы представлен на **рис. 2**. Для повышения надёжности устройства конденсатор С1 составлен из двух (С1', С1") соединенных последовательно конденсаторов К73-17 ёмкостью 0,68 мкФ с номинальным напряжением 400 В. Разряжающие эти конденсаторы при выключении питания резисторы R8, R9 — МЛТ-0,5 сопротивлением 560 кОм. Остальные конденсаторы — оксидные серии ТК фирмы Jamicon, резисторы — МЛТ-0,125. В качестве перемычек S1, S2 применён двухсекционный DIP-переключатель SWD1-2. Остальные детали — указанных в статье типов.



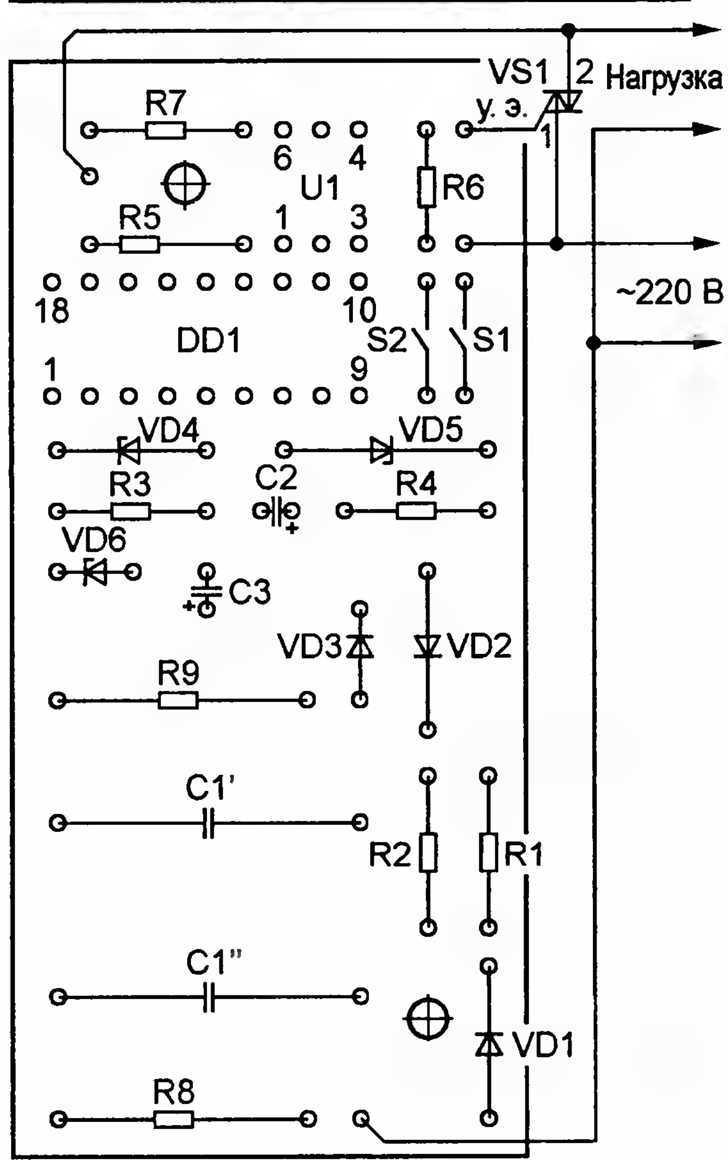


Рис. 2

КОМПАНЕНКО Л. Терменвокс—игрушка. — Радио, 2006, № 3, с. 55, 56.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 3**. На ней размещены все детали, кроме звукоизлучателя, светодиодов и гнезда Х1. Резисторы — МЛТ, все постоянные конденсаторы, кроме С8, — керамические КМ, С8 — оксидный серии ТК фирмы Jamicon, подстроечный С3 — СТС-05-20RA. Не

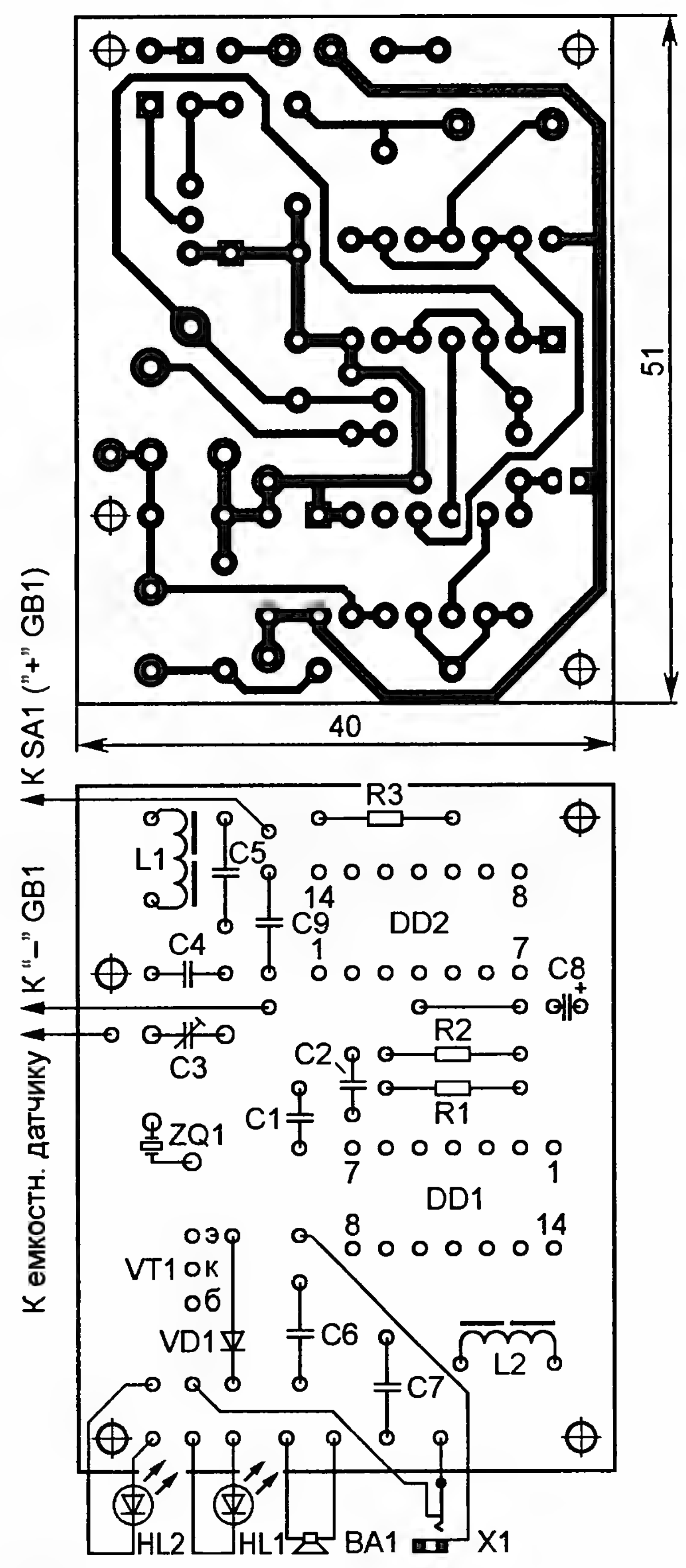


Рис. 3

показанный на схеме конденсатор С9 (КМ емкостью 0,047—0,1 мкФ) — блокировочный в цепи питания микросхем. Кварцевый резонатор ZQ1 — на частоту 200...300 кГц в корпусе РК-168 или РГ-02, катушка L1 — КИГ-0,1-2200 мкГн, L2 — RLB1314-103KL (10 мГн).

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

БОРИСОВ С. Отладочная плата FastAVR. — Радио, 2010, № 8, с. 24, 25; № 9, с. 28—30.

На рис. 6 в статье (№ 9) адрес у контакта 1 вилки ХР6 — MOSI.

МЕЛЬНИК В. Ёлка-сувенир на микроконтроллере ...без программы. — Радио, 2004, № 11, с. 36, 37.

Номинальное сопротивление резисторов R9, R11 — 270 Ом, R10 — 100 Ом.



Всероссийская выставка НТТМ—2011

О. ПАРШИНА, г. Москва

С 28 июня по 1 июля в Москве, в павильоне № 75 Всероссийского выставочного центра, прошла 11-я Всероссийская выставка научно-технического творчества молодёжи НТТМ—2011, организаторами которой выступили Министерство образования и науки РФ, Правительство Москвы, Совет ректоров вузов Москвы и Московской области, ОАО "ГАО ВВЦ" при поддержке Министерства спорта, туризма и молодёжной политики Российской Федерации, Торгово-промышленной палаты РФ.

Ежегодно выставка НТТМ собирает представителей талантливой молодёжи со всех уголков России. В 2011 г. исполняется 45 лет со дня принятия Постановления ЦК ВЛКСМ, Главвыставкома ВДНХ СССР о проведении на регулярной основе в Москве на ВДНХ Всероссийских смотров технического творчества молодёжи. За последние 10 лет в региональном конкурсном отборе на право быть представленными в этом смотре претендовали более 500 тысяч молодых людей. В этом году в выставке приняли участие более 1000 молодых исследователей из 59 регионов России (155 вузов, 89 учреждений дополнительного образования, школ, лицеев и 12 ведущих промышленных предприятий), представившие 760 проектов в различных областях науки и техники. По словам специалистов и экспертов НТТМ—2011, некоторые проекты не имеют аналогов в мире и могут быть успешно внедрены в производство.

В торжественной церемонии открытия 28 июня приняли участие заместитель министра спорта, туризма и молодёжной политики РФ Олег Рожнов, председатель Комиссии Совета Федерации по делам молодёжи Владимир Жидких и другие почётные гости.

В рамках празднования 50-летней годовщины полёта Юрия Гагарина в космос была организована специализированная экспозиция, посвящённая первому космонавту Земли. В течение первого дня работы выставки состоялись мастер-класс "2011 — год космоса", организованный Московским авиационным институтом, презентация фильма "О 108 минутах Юрия Гагарина" и презентация проектов в рамках программы "Дорога к звёздам". Главный приз этой программы — поездка на Байконур.

Экспозиция выставки НТТМ—2011 формировалась по приоритетным направлениям модернизации экономики: производственные технологии, информационные технологии, транспорт, топливо и энергетика, экология и рациональное природопользование

Актуальность проблем биоэлектронного управления очевидна в наше время в связи с необходимостью создания максимально удобных и физиологически близких человеческому организму способов управления техническими системами. Студент второго курса Кубанского медицинского государственного университета Сергей Кравченко (см. **фото на 1-й с. обложки**) разработал устройство для биоэлектронного управления искусственными конечностями с помощью биопотенциалов скелетных мышц. Это устройство можно применять в создании экзоскелетов, для реабилитации больных с атрофией мышц и в гибридных кибернетических системах, использующих живые ткани в качестве устройства управления.

Замену сложным механическим и гидравлическим приводам, управляющим движением искусственных конечностей человека, мышцами из углеродистых нанотрубок, предложили Татьяна Куракина и Алексей Сенников с факультета радиоэлектроники и информатики Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П. А. Соловьёва. Они представили интеллектуальный протез нижних конечностей, управляемый нейроконтроллером с помощью искусственных нановолоконных мышц. Несмотря на общие механизмы движения конечностей, каждому человеку свойственна индивидуальная начальная траектория движения, для воспроизведения которой необходимо вычисление траекторий по результатам измерения ускорений и углов наклона конечностей. С этой целью в протезе предусмотрены измерители углов (инклинометры) и гироскопы, выполненные на основе интегральной микромеханики. Для обучения нейроконтроллера и непосредственно пациента предусмотрен дуплексный высокоскоростной радиоканал, связывающий модуль с внешним компьютером и информационными базами.

Студенты кафедры робототехники и мехатроники МГТУ СТАНКИН предложили свой подход к улучшению человеческой деятельности на производстве, требующей использования утомительного физического труда, — модель робота-экзоскелета.

Маховичный накопитель с магнитной подвеской разработал студент Московского государственного индустриального университета А. Лаврентьев. Такая подвеска позволяет разгрузить подшипники от силы тяжести маховика с вертикальной осью вращения — основной силы, нагружающей опоры. Подшипники выполняют лишь центрирующую функцию, оставаясь практически ненагруженными. Это намного уменьшает потери на трение в опорах, увеличивает их долговечность, устраняет потребность в техобслуживании.

Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ предложил ряд проектов, среди которых ГЛОНАСС-ошейник для отслеживания местополо-

жения животного. Устройство получает информацию от навигационной системы ГЛОНАСС и передаёт координаты пользователю по запросу с помощью встроенного GSM-модуля.

Проект студента-дипломника Владимира Конева — беспилотный летательный аппарат "Майский жук" с навигационной системой ГЛОНАСС — разработан для повышения качества мониторинга окружающей среды, исследования мест, опасных для человека. Комплекс можно оперативно складывать и переносить в тубусе, время подготовки к полёту — три минуты.

Национальный исследовательский университет МАИ — это многопрофильный учебно-научный центр, представивший 12 разработок, среди которых мобильный робот "Faust", медицинский радар для дистанционного и бесконтактного мониторинга дыхания, микроДПЛА (дистанционно-пилотируемые летательные аппараты) вертолётного типа — коптеры (**фото 1**).


Фото 1

С помощью программно-аппаратных средств, содержащих аналого-цифровые преобразователи, компьютер можно превратить в измерительный прибор: осциллограф, спектроанализатор, частотомер. Студент Россошанского педагогического колледжа Сергей Семенцов (см. **фото на 1-й с. обложки**) показал работу измерительного комплекса на основе микропроцессорных систем. В состав комплекса входят измеритель ёмкости, который подключают к ПК по LPT-интерфейсу, и осциллограф, собранный на основе АЦП AD7820. Для ввода результатов измерений в компьютер разработано устройство сопряжения с ПК цифровых мультиметров различных серий, например M830, выполненных на основе микросхемы АЦП ICL7106 (отечественный аналог — КР572ПВ5). Устройство представляет собой узел сдвиговых регистров и узел управления на микроконтроллере PIC12F629. Гальваническую развязку устройства сопряжения от ПК обеспечивают транзисторные оптопары. Программное обеспечение написано в основном на языке DELPHI, и использован ассемблерный модуль. Для получения выходных характеристик тиристоров, полевых и биполярных транзисторов в состав комплекса входит несколько характериографов различной степени сложности.

Аспирант Московского государственного текстильного университета им. А. Н. Косыгина Андрей Бекер ознакомил посетителей с технологией изготовления радиоотражающей сферической поверхности из металлического трикотажного сетеполотна, используемого в качестве антенны самораскрывающегося пассивного спутника (**фото 2**). Конструктивное решение антенны предусматривает формирование отражающих поверхностей из деталей одинаковой конфигурации и размеров.

На выставке была открыта экспозиция "День Москвы", посвящённая творчеству школьников. Посетители могли совершить увлекательное путешествие по Марсу, познакомиться с виртуальной нанофабрикой по разработке суперкомпьютеров, проектом "Умный дом", минимобилем для детей. Увидеть, как работают экзоскелет и робот-помощник. Узнать, как избавиться от пробок в центре Москвы и что такое интернет-навигатор по продуктам питания.

Организаторы выставки отметили многогранность познавательных интересов учащихся. Михаил Никитин (см. **фото на 1-й с. обложки**) из лицея № 28 г. Йошкар-Олы представил аппаратно-программное обеспечение робота. Встроенный в робот контроллер разработан на базе платы Arduino-Duemilanove, содержащей микроконтроллер AVR ATmega328 и адаптер UART-USB для связи с компьютером. Коллекторными двигателями, обеспечивающими движение робота и его манипулятора, микроконтроллер управляет через усилители тока на микросхемах L298N. Для удалённого управления роботом от компьютера по радиоканалу применены радиомодули RC101 и RD101. Усилие сжатия оценивают по току двигателя манипулятора, измеряя его с помощью встроенного в микроконтроллер АЦП. В случае превышения установленного значения тока (превышение порогового усилия сжатия) подаётся команда остановки двигателя. Конечно, пока это только модель, но полученные решения могут послужить основой для создания промышленных роботов, используемых на производстве, в МЧС, космических исследованиях.

Красноярский краевой Дворец пионеров и школьников продемонстрировал проекты: разгон моделей ракет с помощью электромагнитного ускорителя, изучение электрических явлений с помощью моделей генератора Ван де Граафа и трансформатора Тесла (**фото 3**), мощный блок питания — зарядное устройство, прибор для ориентации слепых, универсальное устройство запуска ламп дневного света.

Тамерлан Доев из Владикавказского центра непрерывного математического образования представил сканирующий комплекс для выявления скрытых изображений в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах (**фото 4**).


Фото 2


Фото 3

Студенты московского колледжа архитектуры и строительства № 7 представили свои проекты: Глеб Дорощук — две разработки — дверь-генератор — оригинальное устройство, которое преобразует механическую энергию вращения двери в электрическую, запасаемую в аккумуляторной батарее, и в соавторстве с Романом Кавериным — оптический датчик дождя, автоматически дающий команду на включение стеклоочистителя автомобиля при наличии капель на лобовом стекле, Роман Васин — устройство для защиты двигателя автомобиля от перегрева.


Фото 4


Фото 5

Клуб научно-технического творчества молодёжи "Электрон" из г. Тулы был создан в 1965 г. Всё началось с того, что занятия в детском радиотехническом кружке предложили вести в свободное от работы время Льву Дмитриевичу Пономарёву. С тех пор каждый день бессменный руководитель клуба с утра спешит на работу, а вечером — к своим воспитанникам. За 45 лет работы клуба более четырёх тысяч тульских школьников освоили азы радиоэлектроники, грамоту схемотехники. Воспитанники "Электрона" продемонстрировали на выставке свои разработки: ученик 8-го класса школы № 24 Владислав Родин — сейсмограф "Прогноз", ученик школы № 4 Владимир Сальников — прибор для реабилитации пациентов после полученной травмы кистей рук, а ученики школы № 68 Дмитрий Фукс и Дмитрий Кабанов — рефлексометр "Падающая звезда".

"Научился сам — научи других" — главный девиз клуба. Дмитрий Кабанов (**фото 5**) стал достойным продолжателем дела своего руководителя. Лев Дмитриевич посоветовал Дмитрию организовать в своей школе радиотехнический кружок — филиал клуба. Предложение поддержали директор школы Г. И. Морозова и преподаватель физики Е. А. Жиделева — совместно был составлен план мероприятий, "Электрон" безвозмездно выделил детали, была определена тематика практических работ. Занятия проводились регулярно, ученики 7—10-х классов участвовали в разработке и конструировании электронных устройств, и уже в начале 2011 г. появились первые успехи: кружковцы старших классов приняли участие в политехнической олимпиаде, а в городской и областной выставках "Наследники тульского Левши" работы ребят были в числе лауреатов. В работе филиала активное участие принимают Виктория Лисицына, Светлана Меркулова, Кирилл Толмачёв, Дмитрий Фукс, братья Николай и Анатолий Хреновы, Александр Дмитрюк и другие старшеклассники. В 2011—12 учебном году принято решение продолжить работу кружка под руководством преподавателя физики Е. А. Жиделевой, Дмитрия Кабанова и Кирилла Толмачёва.

Редакция журнала "Радио" поздравляет Льва Дмитриевича Пономарёва с 80-летием и присвоением ему звания "Почётный гражданин города Тулы", желает ему здоровья, долгих лет жизни, всегда оставаться Учителем с большой буквы!

Игрушка-тренажёр "Таблица умножения"

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово Смоленской обл.

Мысль о разработке описываемой в статье игрушки-тренажёра возникла после знакомства с книгой Ньютона С. Брага "Создание роботов в домашних условиях" (НТ Пресс, 2007). В ней среди многих простых и интересных устройств, не имеющих никакого отношения к названию книги, есть одно, на мой взгляд, лучшее по условию "простота—эффект". Называется оно "Аналоговый компьютер". Идея конструкции была адаптирована к нуждам наших юных школьников. Наверное, многие читатели помнят, как в детстве учили наизусть таблицу умножения. Для облегчения этого нелёгкого многодневного детского труда — в качестве подсказки — и предназначена данная игрушка.

Внешний вид возможного варианта конструкции изображён на **рис. 1**. Вращая ручки переменных резисторов, в окна выставляют перемножаемые натуральные числа от 0 до 10. После нажатия на кнопку "Результат" стрелка микроамперметра отклоняется до отметки на шкале, соответствующей их произведению.

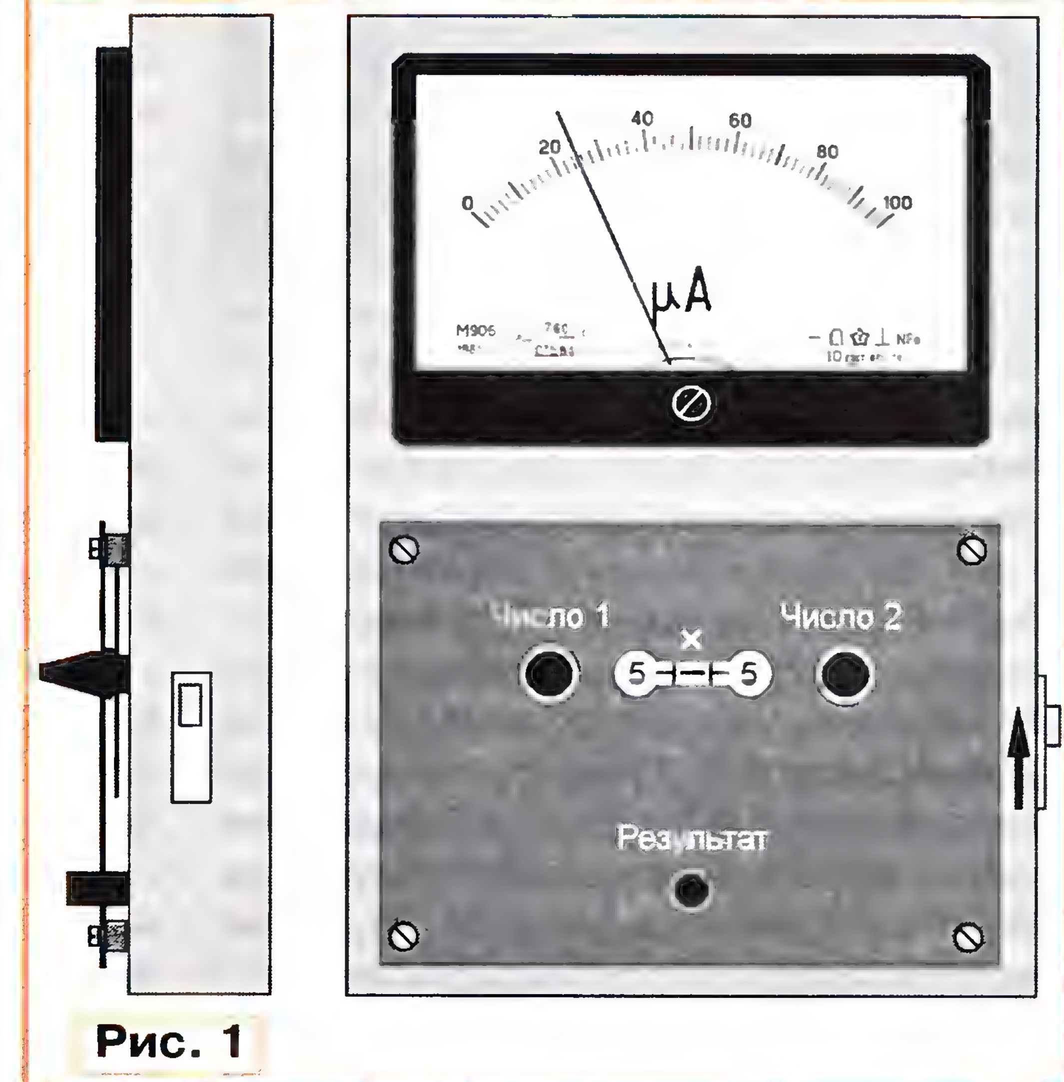


Рис. 1

Схема игрушки-тренажёра представлена на **рис. 2**. Устройство содержит источник питания — соединённые последовательно батареи GB1, GB2, стабилизатор напряжения, собранный на транзисторе VT1, стабилитроне VD1 и резисторах R4, R5, два переменных резистора R1, R2 и вольтметр постоянного тока, составленный из микроамперметра PA1 и добавочного резистора R3. Стабильное напряжение 10 В с выхода стабилизатора подаётся на переменный резистор R1 с линейной зависимостью сопротивления от угла поворота движка. Резистор снабжён шкалой с десятью равномерно расположенными отметками с числами от 0 до 10, которые служат первым сомножителем произведения. В зависимости от установленного по шкале числа на движке переменного резистора выделяется часть ста-

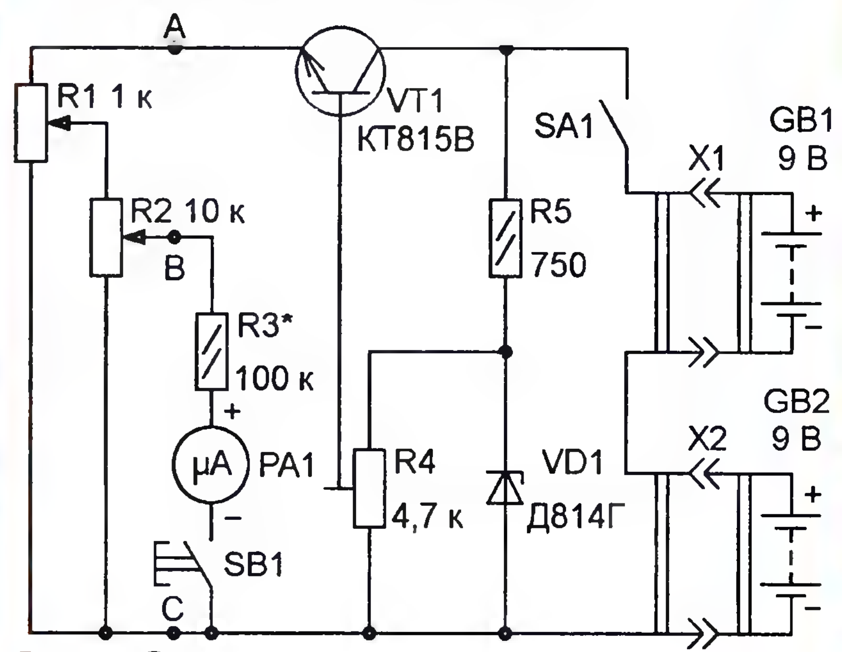


Рис. 2

бильного напряжения (по рис. 1 — пять десятых). Она поступает на переменный резистор R2, снабжённый такой же шкалой, что и R1. На его движке выделяется часть напряжения, снимаемого с движка R1, т. е. часть от части стабильного напряжения (по рис. 1 — это пять десятых от пяти десятых). Таким образом, на вольтметр, образованный микроамперметром PA1 и резистором R3, попадает 25 сотых стабильного напряжения. Предел измерения вольтметра выбран равным 10 В, а шкала содержит 100 делений. В итоге стрелка прибора при нажатии на кнопку SB1 отклоняется до отметки 25, что соответствует произведению чисел 5 и 5.

Реальные результаты "вычисления" произведений устройством, конечно, будут иметь некоторую погрешность, обусловленную погрешностью градуировки шкал и неточностью установки их при работе с тренажёром. Для сведения погрешности к минимуму необходимо выполнить условие R3>>R2>>R1, тщательно произвести градуировку и калибровку шкал и по возможности точнее устанавливать их в положения, соответствующие перемножаемым числам.

В игрушке применены постоянные резисторы МЛТ, подстроечный СП3-38б и переменные СП-I с функциональной характеристикой А (R1 — сопротивлением 470—1000 Ом, R2 — 10—22 кОм). Микроамперметр PA1 — М906 с током полного отклонения стрелки 100 мкА и внутренним сопротивлением 760 Ом или аналогичный со шкалой, содержащей 100 делений (например, М24). Кнопка SB1 — любая малогабаритная с фиксацией в нажатом положении, выключатель SA1 — движковый, например ПД9-1. Транзистор КТ815В заменим любым другим из этой серии, стабилитрон Д814Г — любым маломощным с напряжением стабилизации 10...12 В. Источник питания игрушки — две батареи типоразмера 6F22 ("Крона"). Для удобства соединения их между собой и с устройством желательно использовать имеющиеся в продаже специальные колодки с подготовленными к пайке проводами, но можно применить и контактные колодки от выработавших свой ресурс батарей этого типоразмера.

Транзистор VT1, стабилитрон VD1 и резисторы R3—R5 монтируют на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита (**рис. 3**), которую с помощью гаек закрепляют на резьбовых шпильках микроамперметра PA1 (размер А выбирают по фактическому расстоянию между ними у используемой головки). Для удобства подбора резистора R3 (об этом см. далее) в отверстия под его выводы рекомендуется запрессовать монтажные стойки из лужёного провода диаметром 1...1,5 мм, к которым и припаивать подбираемые резисторы при налаживании.

Детали игрушки и батареи питания размещают в пластмассовом корпусе подходящих размеров. Микроамперметр с платой, переменные резисторы R1, R2 и кнопку SB1 закрепляют на его передней стенке, выключатель SA1 — на боковой. Расстояние между центрами отверстий под втулки переменных резисторов — 65...75 мм. К ручкам управления приклеивают заготовки шкал — картонные круги диаметром 55...65 мм,

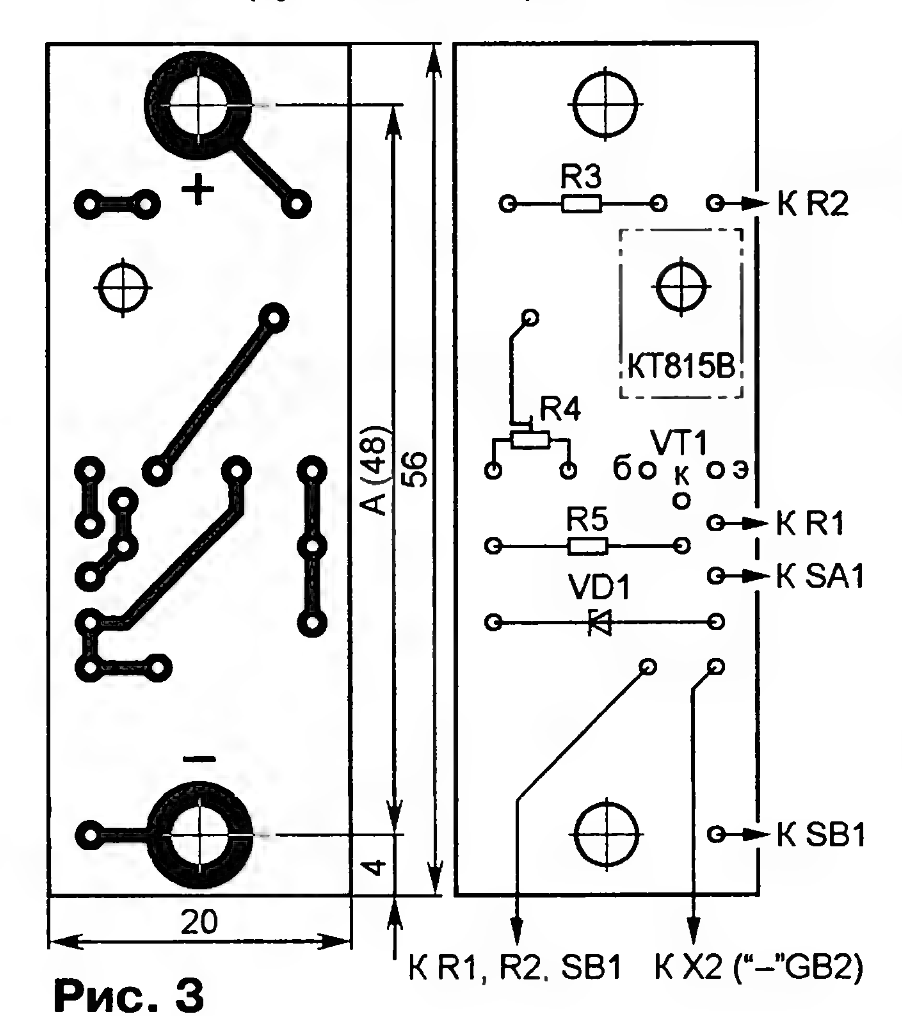


Рис. 3

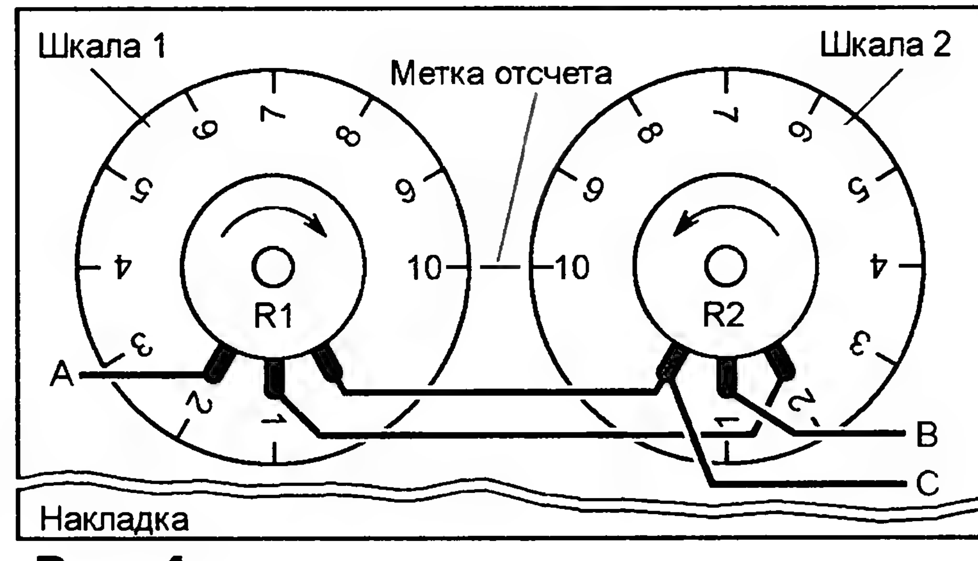


Рис. 4

оклеенные с лицевой стороны плотной белой бумагой. Схема соединений переменных резисторов показана на **рис. 4** (вид со стороны ручек управления сквозь накладку с надписями).

Налаживание начинают с установки напряжения питания 10 В и калибровки вольтметра. Для этого устанавливают движки обоих переменных резисторов в верхнее (по схеме) положение (ручку R1 поворачивают до упора против часовой стрелки, а R2 — также до упора, но в противоположном направлении) и подключают к точкам А и С образцовый вольтметр (например, цифровой мультиметр, включённый на предел измерения постоянного напряжения 20 В). Затем подключают батарею питания выключателем SA1 и, нажав на кнопку SB1, подстроечным резистором R4 устанавливают (по показаниям образцового вольтметра) напряжение 10 В. В завершение подбирают резистор R3 так, чтобы при нажатии на кнопку SB1 стрелка микроамперметра PA1 отклонялась до отметки 100, после чего образцовый вольтметр отключают.

Далее переходят к градуировке шкал переменных резисторов. Не изменяя положений их ручек управления, отпаивают провода от их средних выводов (рис. 4) и припаивают провод В к среднему выводу резистора R1 (т. е. подключают вход вольтметра — резистор R3 — к его движку). Включив питание (SA1) и нажав на кнопку SB1, убеждаются в том, что стрелка микроамперметра установилась на отметку 100, и карандашом точно напротив метки отсчёта наносят на заготовку шкалы резистора R1 риску и число 10. Затем ручку резистора поворачивают по часовой стрелке в положение, в котором стрелка микроамперметра отклоняется до отметки 90 (9 В), и наносят на заготовку шкалы риску с цифрой 9. Новым поворотом ручки устанавливают стрелку прибора на отметку 80 (8 В), наносят риску и цифру 8 и т. д. до нулевой отметки, каждый раз понижая напряжение, снимаемое с движка резистора, точно на 1 В.

Закончив градуировку шкалы резистора R1, провод В вновь подсоединяют к выводу движка резистора R2, отпаивают провод, идущий к левому (по рис. 4) выводу резистора R1 и припаивают его к "болтающемуся" проводу, идущему к правому выводу резистора R2. Его шкалу градуируют аналогично, поворачивая ручку против часовой стрелки и каждый раз понижая напряжение на 1 В.

После этого восстанавливают все соединения в соответствии со схемой и переходят к калибровке. Установив шкалы обоих резисторов в положение, соответствующее числу 10, включают питание и, убедившись, что при нажатой кнопке SB1 стрелка микроамперметра отклонилась до отметки 100, поочерёдно устанавливают шкалы в положения, соответствующие вначале числам 9, затем 8, 7 и т. д., проверяют результаты умножения по шкале микроамперметра и уточняют положение рисок, которые у больших чисел могут сместиться в сторону меньших. Например, если при установке чисел 9 прибор показывает 82,5 мкА (вместо 81), медленно и одновременно поворачивают ручки резисторов на один и тот же небольшой угол до тех пор, пока стрелка не установится на отметку 81. В изменённых положениях шкал наносят новые риски, которые окажутся смещёнными в сторону рисок с меньшими числами. Окончательно шкалы корректируют, комбинируя различным образом малые и большие числа.

В завершение на шкалы точно по рискам наносят тушью отметки, а напротив них наклеивают вырезанные из печатного текста изображения соответствующих цифр. Нижнюю часть передней панели, где расположены шкалы, закрывают накладкой с окошками для чисел, отверстиями под ручки переменных резисторов, винты крепления и надписями, поясняющими назначение органов управления.

Простой измеритель интервалов времени или как измерить скорость пули

В. ТОРЧ, г. Санкт-Петербург

Этот относительно простой прибор, собранный на обычных общедоступных микросхемах без печатной платы, позволяет измерять интервалы времени длительностью от 1 мкс до 999999 с (более 11 суток). Это может быть время, за которое пуля пролетает известную дистанцию, время срабатывания автомата защиты, время реакции человека на раздражитель и т. п. С прибора можно снять сигналы образцовых частот (десятикратными ступенями от 1 Гц до 1 МГц) и использовать их для градуировки шкалы приёмника или калибровки развёртки осциллографа.

Однажды меня заинтересовал вопрос, каковы скорость и энергия пули, выпущенной из моей пневматической винтовки. Ведь в российском законодательстве на этот счёт имеются ограничения. Стал вспоминать школьную физику, которую изучал более 25 лет назад, и понял, что самая большая сложность — измерить интервал времени, за который пуля пролетает определённую дистанцию. Ведь он значительно меньше секунды и ручным секундомером или обычными часами его не засечь. Для этого нужен специальный прибор. Вот его, применив радиолюбительские навыки, я и изготовил. Предлагаю эту конструкцию вниманию читателей.

Измеритель интервалов времени состоит из генератора импульсов известной (образцовой) частоты и счётчика этих импульсов с индикатором накопленного в нём числа. Генератор и счётчик соединены через клапан, открывающийся в момент начала измеряемого интервала и закрывающийся в его конце. Зная число импульсов, поступивших на счётчик, пока клапан был открыт, легко найти длительность интервала T в секундах:

$$T = Nt_п = \frac{N}{f_0},$$

где N — число на индикаторе; $t_п$ — период повторения счётных импульсов, с; f_0 — частота их следования (образцовая частота), Гц.

Схема модуля генератора образцовой частоты представлена на **рис. 1**. Элементы микросхемы DD1 образуют генератор импульсов частотой 1 МГц, стабилизированной кварцевым резонатором ZQ1. Микросхему К176ЛА7 в нём можно заменить на К176ЛЕ5 или их функциональными аналогами из серии К561.

Каждый из счётчиков DD2—DD7 делит на десять частоту поступающих на его вход импульсов. Так формируется частотная сетка: 1 МГц, 100 кГц, 10 кГц, 1 кГц, 100 Гц, 10 Гц и 1 Гц. Подключённый к одному из выходов счётчика DD7 светодиод HL1 мигает с частотой 1 Гц, свидетельствуя об исправной работе генератора и линейки делителей частоты. Для уменьшения нагрузки на этот выход резистор R3 подбирают таким, чтобы свечение светодиода HL1 было не слишком ярким, но хорошо заметным. Светодиодам красного и оранжевого цветов свечения для этого обычно достаточно тока 0,5...0,7 мА.

При подаче на входы R микросхем DD2—DD7 напряжения высокого логического уровня счётчики устанавливаются в нулевое состояние.

Микросхемы модуля собраны в столбик, как показано на **рис. 2**. Их выводы соединены между собой проводами. Те, что не используются, можно удалить. Кварцевый резонатор ZQ1, конденсатор C1 и резисторы R1, R2 припаяны к выводам микросхемы DD1.

Если достаточно измерять интервалы времени не более 1 с при дискретности отсчёта 1 мкс, делители частоты (микросхемы DD2—DD7) не нужны. Можно их исключить, ограничившись изготовлением лишь генератора на микросхеме DD1. Правда, пропадёт возможность контролировать работу генератора по миганию светодиода, но это не так уж и важно.

Схема модуля счётчика и индикатора показана на **рис. 3**. Установленные в нём микросхемы DD8—DD13 точно такие же, как DD2—DD7 в рассмотренном модуле генератора — К176ИЕ4. Но в данном случае в каждой из них используется не только собственно счётчик, но и встроенный преобразователь формируемого им двоичного кода в "семиэлементный", пригодный для непосредственного вывода на индикатор. К сожалению, аналогов микросхема К176ИЕ4 не имеет.

Индикатор на жидких кристаллах HG1 — шестиразрядный семиэлементный LCD6,0-13 или другой аналогичный. Подходящий можно найти в некоторых измерительных приборах. Неизвестное назначение выводов индикатора легко определить, поочередно подавая на них через резистор сопротивлением 10 кОм...1 МОм переменное напряжение 5...9 В частотой 50 Гц от любого понижающего трансформатора. Второй вывод обмотки должен быть соединён с подложкой индикатора, её вывод опре-

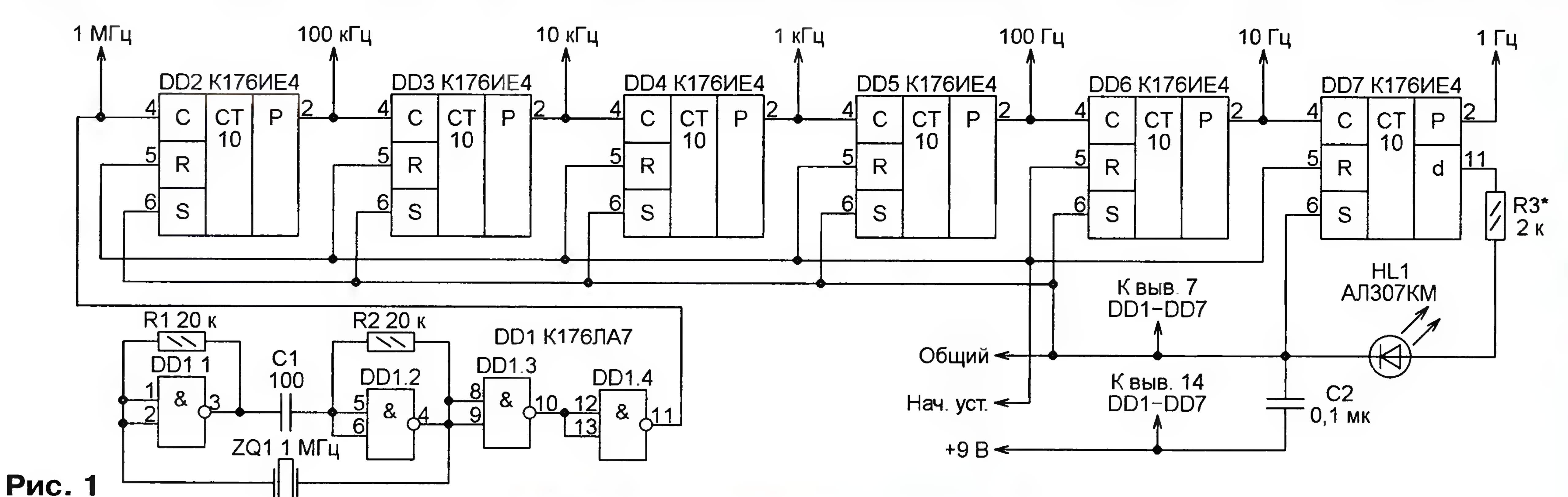


Рис. 1



Рис. 2

Рис. 3

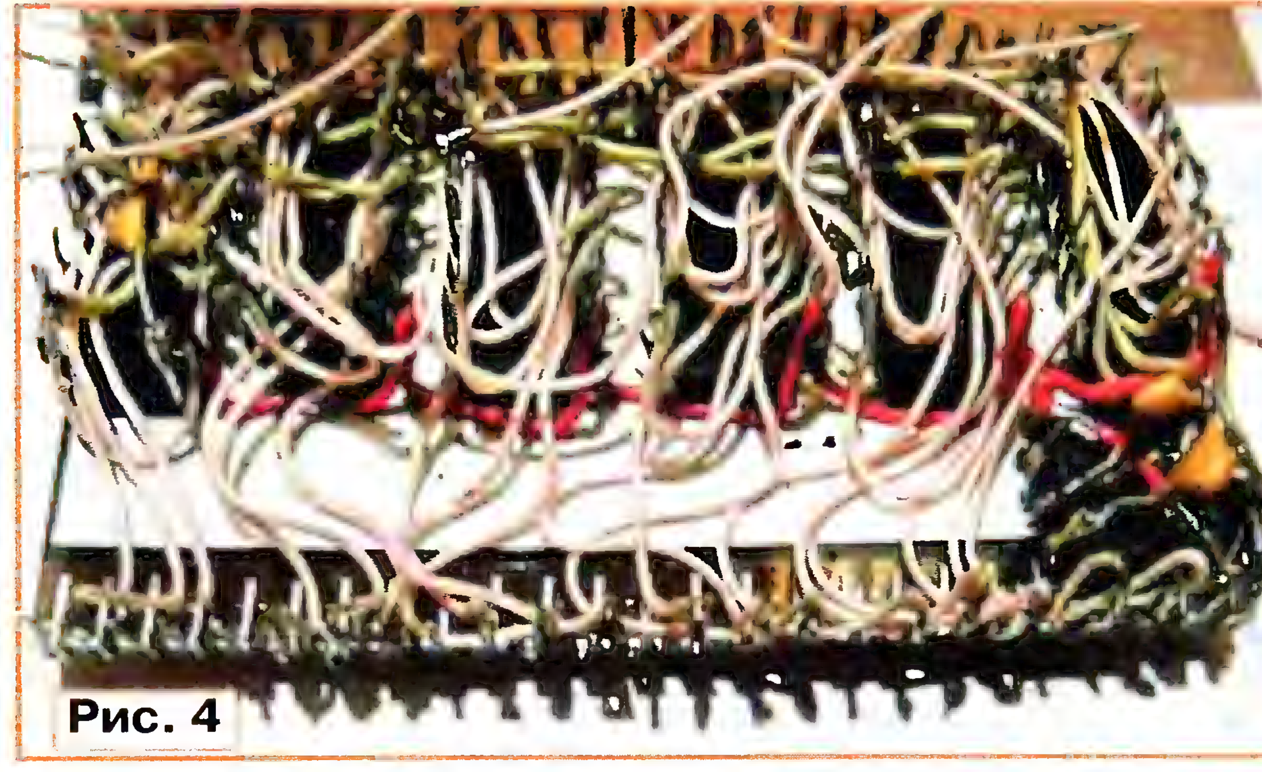


Рис. 4

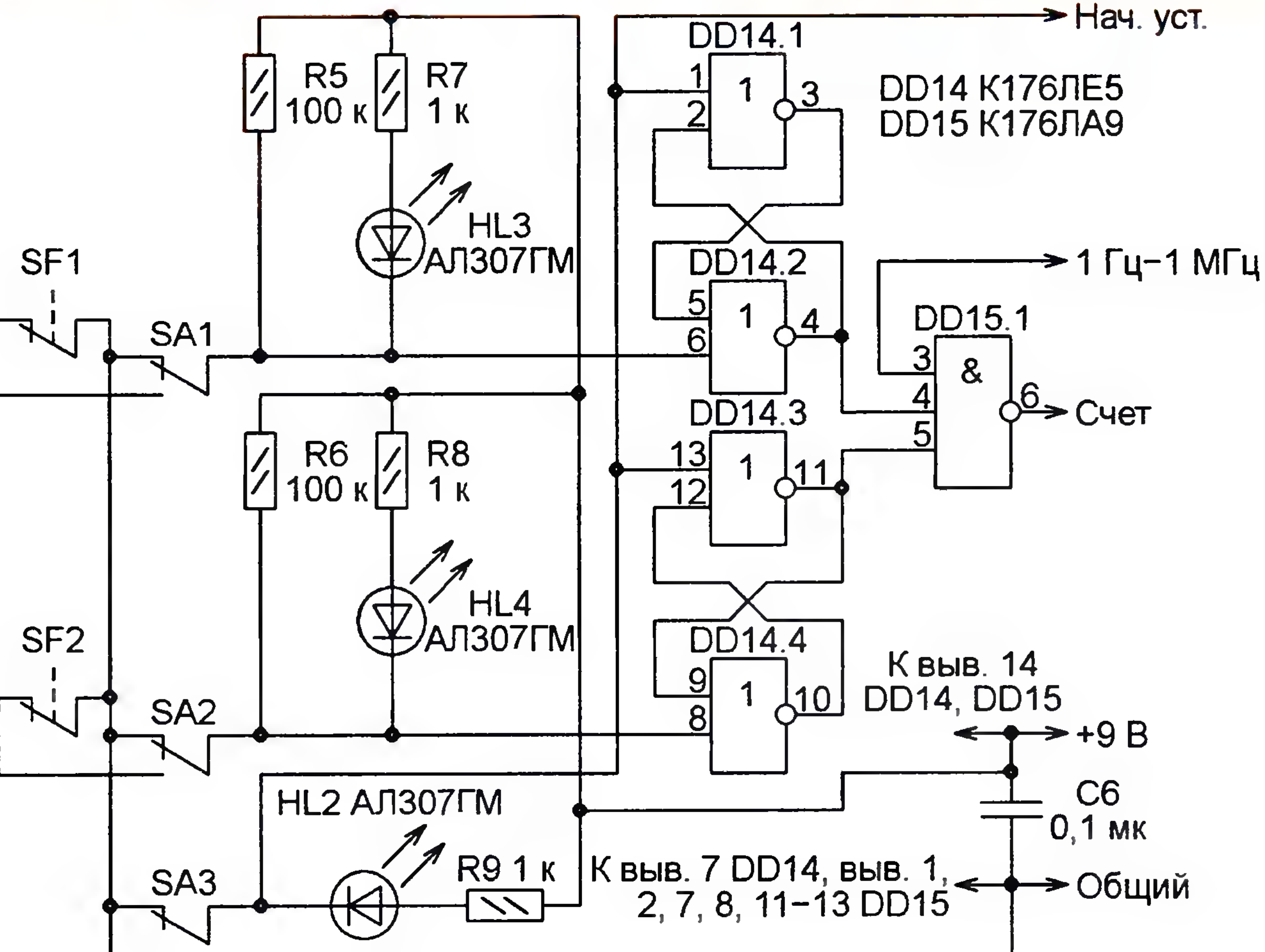
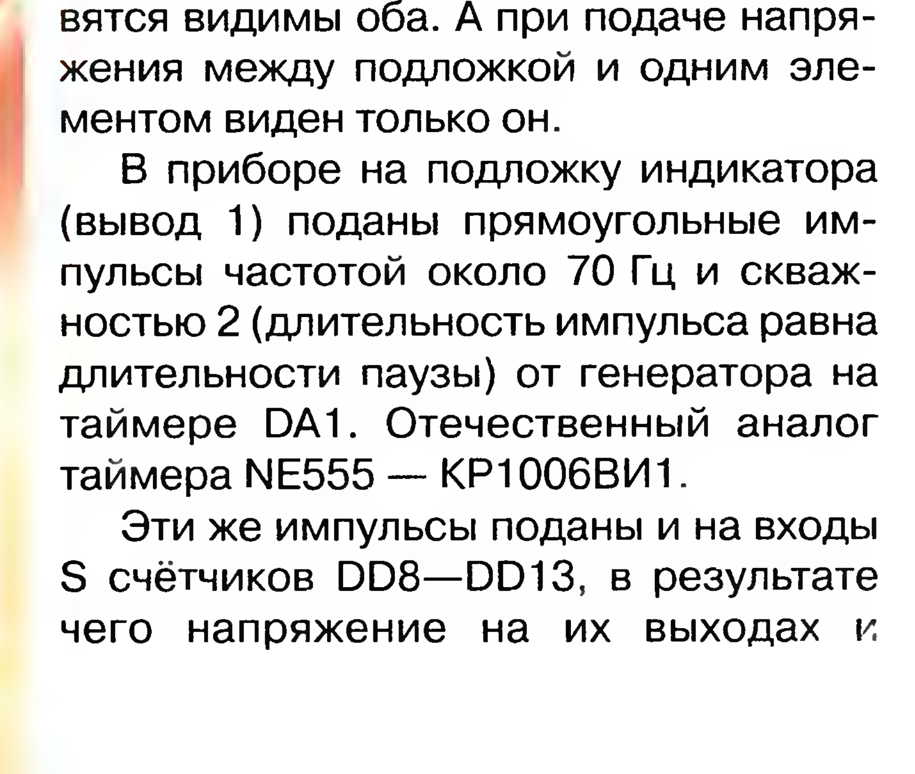


Рис. 5



деляют первым. Таких выводов бывает несколько, обычно они крайние в своих рядах. При подключении концов обмотки трансформатора, минуя подложку, к выводам двух элементов обычно становятся видимы оба. А при подаче напряжения между подложкой и одним элементом виден только он.

В приборе на подложку индикатора (вывод 1) поданы прямоугольные импульсы частотой около 70 Гц и скважностью 2 (длительность импульса равна длительности паузы) от генератора на таймере DA1. Отечественный аналог таймера NE555 — КР1006ВИ1.

Эти же импульсы поданы и на входы S счётчиков DD8—DD13, в результате чего напряжение на их выходах и соединённых с ними элементах индикатора HG1 принимает импульсный характер. Причём фаза импульсов на тех элементах, которые должны быть видны, противоположна фазе импульсов на подложке, а на тех, которые должны остаться невидимыми, совпадает с ней, что эквивалентно отсутствию напряжения между элементом и подложкой.

На вход C счётчика DD13 поступают импульсы, подлежащие счёту. На входы R всех счётчиков — сигнал установки в начальное (нулевое) состояние. После прекращения счётных импульсов и до подачи этого сигнала состояние счётчиков не изменяется, а на индикаторе отображается результат счёта.

Внешний вид модуля показан на **рис. 4**. Его микросхемы приклеены к тыльной стороне индикатора. Монтаж выполнен тонким изолированным проводом. Цепи "+ 9 В", "Общий", "Нач. уст." и "Счёт" выведены на контактную колодку.

Схема узла управления измерителем изображена на **рис. 5**. Он состоит из двух RS-триггеров, собранных из элементов микросхемы DD14, и клапана — логического элемента 3И-НЕ микросхемы DD15. Микросхемы серии К176 здесь можно заменять их функциональными аналогами серии К561.

После подачи на собранное устройство напряжения питания необходимо установить его в исходное состояние, разомкнув выключатель SA3. Этим мы обнулим счётчик времени — во всех разрядах индикатора HG1 появятся нули. Триггер на элементах DD14.1 и DD14.2 (назовём его первым) будет установлен в состояние, при котором на выводе 4 элемента DD15.1 напряжение имеет низкий логический уровень. Состояние триггера на элементах DD14.3 и DD14.4 (второго) станет таким, что на выводе 5 элемента DD15.1 будет напряжение высокого уровня. Импульсы, поступающие с одного из выходов генератора образцовой частоты на вывод 3 элемента DD15.1, не пройдут на выход этого элемента (поскольку условие И не выполняется) и далее на счётчик.

(Окончание следует)

Охранное устройство на базе беспроводного звонка

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Для построения беспроводной охранной системы ближнего радиуса действия (несколько десятков метров) можно с успехом использовать беспроводные дверные мелодичные радиозвонки. Такие звонки имеются в широкой продаже и сравнительно доступны. В состав звонка входят базовый блок с радиоприёмником и декодером и выносной кнопочный блок (один или несколько) с кодером и микромощным импульсным передатчиком.

При кратковременном нажатии на кнопку базовый блок воспроизводит мелодичный сигнал. Таким образом, они образуют беспроводной канал передачи, который можно использовать не только по прямому назначению. Благодаря кодированному сигналу такой радиоканал весьма помехоустойчив. Экономичность системы также очень высока: ток, потребляемый базовым блоком, не превышает долей миллиампера, а кнопочный блок потребляет ток только при нажатии на кнопку. Более подробно о беспроводных звонках и некоторых конструкциях на их основе было рассказано в журнале "Радио" [1—3].

Проведя несложную доработку кнопочного блока, можно построить беспроводную систему сигнализации, которая обеспечит охрану близкорасположенных объектов: транспорта, помещений и др. Такая система наиболее подходит для обеспечения временной охраны, которую можно быстро установить и также быстро демонтировать. Для доработки был выбран беспроводной звонок Feron с одним кнопочным блоком. В предлагаемом варианте базовый блок не требует изменений. Незначительной доработке подвергается только кнопочный блок, потребуется также изготовить простое дополнительное охранное устройство, подключаемое к нему.

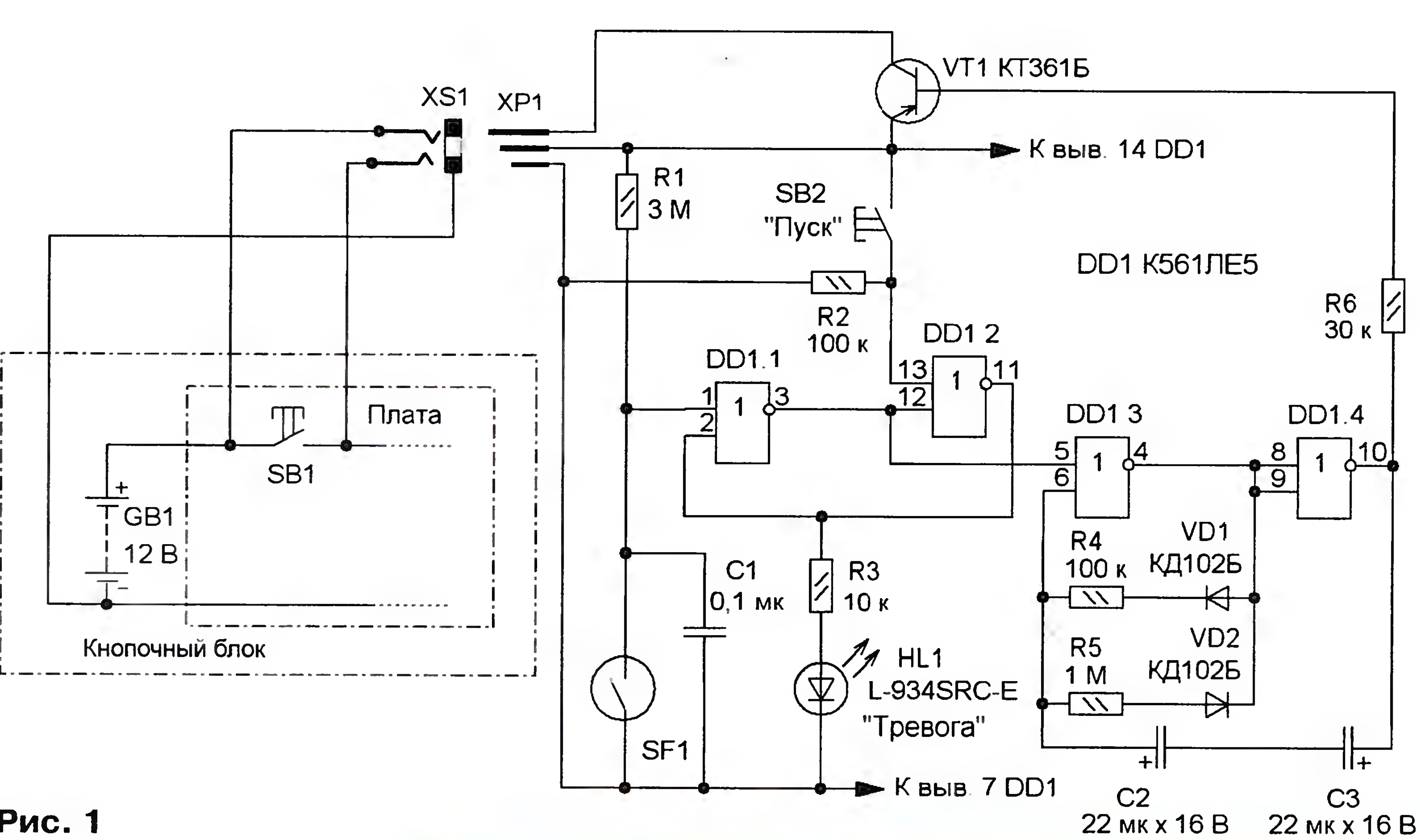



Рис. 1

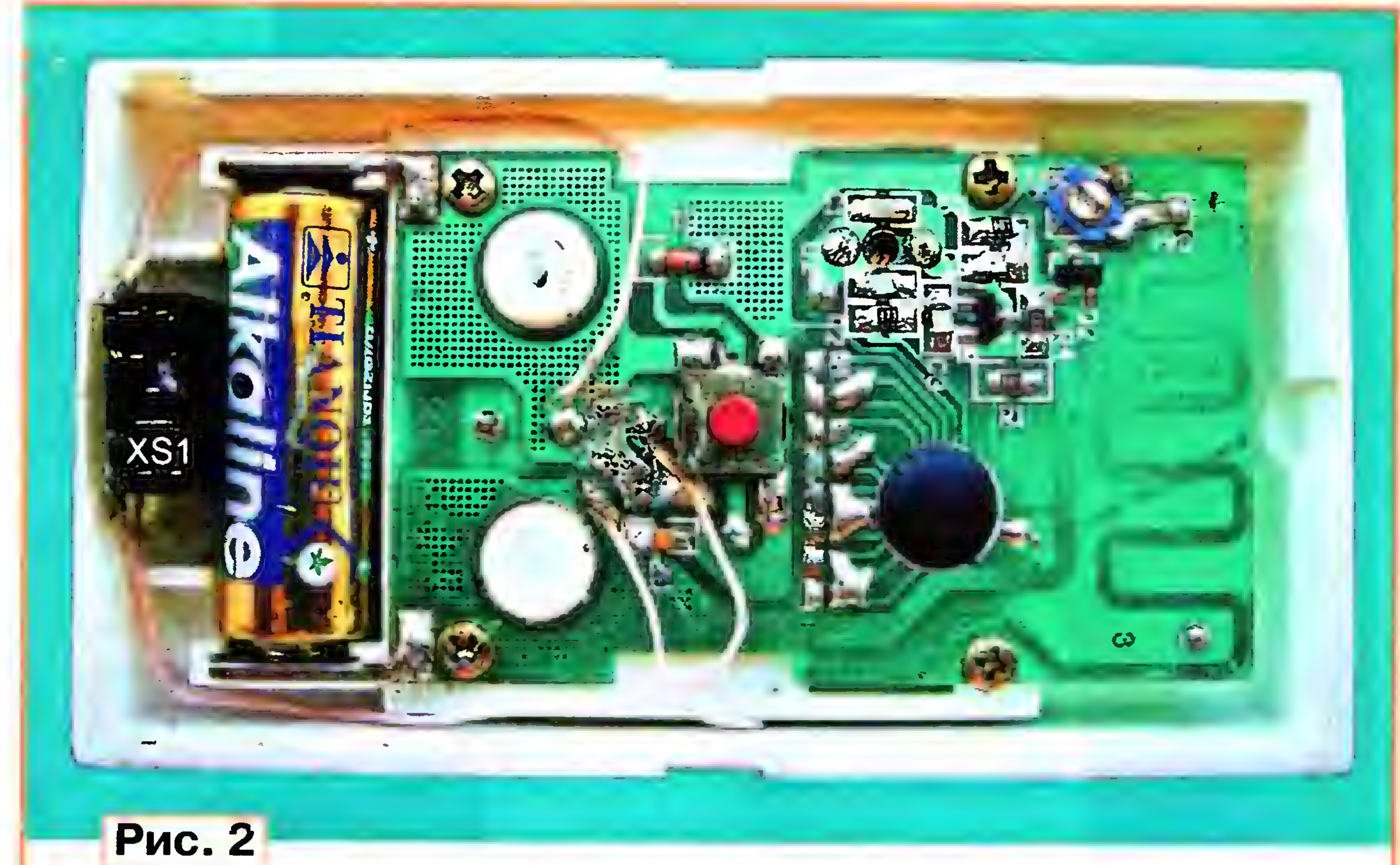


Рис. 2

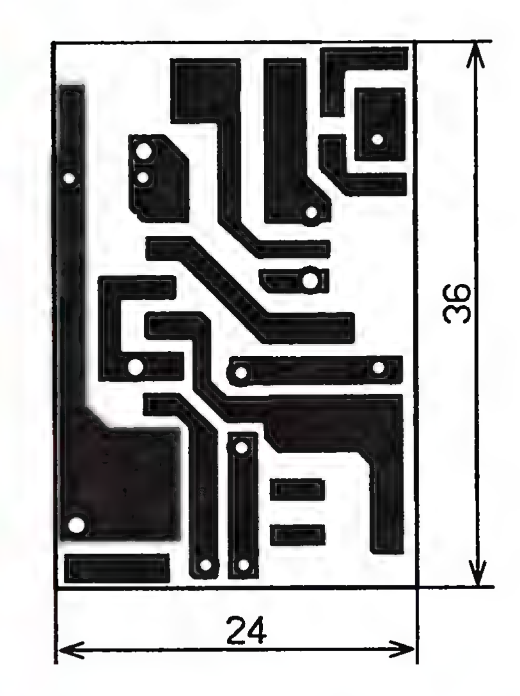
Схема устройства показана на **рис. 1**. Здесь SB1 — контакты кнопки; на корпусе кнопочного блока устанавливают гнездо XS1 (от головных стереофонических телефонов) и подключают его в соответствии со схемой. Для размещения гнезда есть место рядом с батарейным отсеком блока (**рис. 2**). Такая доработка никак не влияет на основные функции блока, поэтому звонок можно использовать одновременно и по прямому назначению.

Остальные элементы входят в состав собственно охранного устройства, которое реагирует на состояние геркона SF1. На элементах DD1.1, DD1.2 собран RS-триггер, на DD1.3, DD1.4 — генератор импульсов, на транзисторе VT1 — электронный выключатель.

После подключения охранного устройства питающее напряжение поступает на него от кнопочного блока. Если геркон разомкнут (управляющий магнит удалён), на верхний по схеме вход элемента DD1.1 (вывод 1) поступит высокий уровень, а на выходе будет присутствовать низкий, разрешающий работу импульсного генератора. Он вырабатывает импульсы длительностью около 9 с с периодом следования 10 с. Поэтому на выходе элемента DD1.4 каждые 10 с на 1 с появляется низкий уровень, который открывает транзистор VT1. Таким образом, транзистор VT1 выполняет функцию кнопки SB1 блока.

Питающее напряжение в обход кнопки SB1 поступит на плату кнопочного блока и он передаст радиосигнал. Базовый блок его примет и подаст звуковой сигнал, который в этом случае служит сигналом тревоги. На выходе элемента DD1.2 присутствует высокий уровень, поэтому светодиод HL1 дополнительно просигнализирует о том, что подаётся сигнал тревоги.

Для активизации режима охраны устройство размещают в непосредственной близости от магнита, под



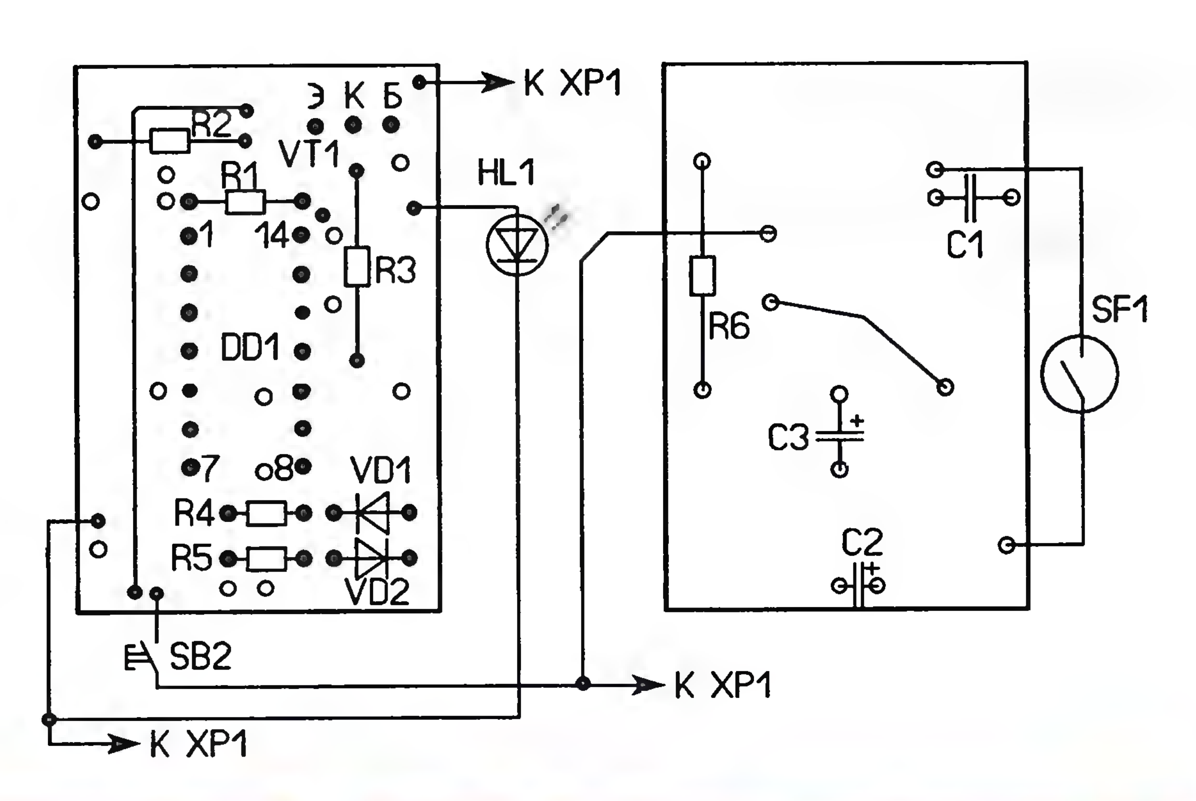


Рис. 3





Рис. 4 а) б)

Если магнит удалить, контакты геркона SF1 разомкнутся, высокий уровень поступит на верхний по схеме вход элемента DD1.1 и RS-триггер переключится в другое устойчивое состояние — передатчик кнопочного блока периодически станет посылать тревожный сигнал. Если теперь геркон SF1 замкнуть, состояние RS-триггера не изменится, сигнал тревоги будет передаваться по-прежнему. Для приведения устройства в исходное состояние необходимо снова нажать на кнопку "Пуск".

В конструкции применены постоянные резисторы Р1-4, МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — импортные, С1 — К10-17. Транзистор КТ361Б можно заменить любым из серий КТ361, КТ3107. Светодиод — любого цвета свечения повышенной яркости с диаметром корпуса 3 мм. Геркон может быть любым, контакты которого замыкаются при приближении магнита; автор применил геркон МКА10501 от реле РЭВ18А. Вилка XP1 — диаметром 3,5 мм от головного стереофонического телефона, розетка XS1 — гнездовая часть.

Большинство деталей сторожа монтируют на двух сторонах печатной платы из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Чертёж платы представлен на **рис. 3**, вид платы в сборе с обеих сторон — на **рис. 4**,а и б. Она установлена в пластмассовый корпус размерами 44×26×17 мм от аккумуляторной батареи типоразмера 6F22. На корпусе следует отметить место, где расположен геркон, чтобы правильно сориентировать устройство по отношению к магниту. Внешний вид устройства показан на **рис. 5**.

Следует отметить, что вместо геркона можно применить проводную линию, работающую на обрыв, или обычную пару контактов на размыкание. Если звонок укомплектован двумя кнопочными блоками и при нажатии на кнопки воспроизводятся разные мелодии, то одну из них лучше применить по прямому назначению, а другую — для охранного устройства.

действием которого контакты геркона замыкаются. При нажатии на кнопку SB2 "Пуск" высокий уровень поступит на верхний по схеме вход элемента DD1.2 (вывод 13) и RS-триггер переключится в другое устойчивое состояние — с высоким уровнем на выходе элемента DD1.1. Этот уровень запретит работу генератора, светодиод HL1 погаснет. В таком дежурном состоянии устройство находится до тех пор, пока магнит расположен рядом с герконом.



Рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Сигнализатор протечки на базе радиозвонка. — Радио, 2011, № 3, с. 53, 54.

2. **Нечаев И.** Дистанционный выключатель питания. — Радио, 2011, № 7, с. 42, 43.

3. **Нечаев И.** Охранное устройство на базе радиозвонка. — Радио, 2007, № 9, с. 59, 60.

РАДИО
тел. 607-68-89
E-mail: mail@radio.ru
При содействии Союза радиолюбителей России
о связи
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

"Зов расстояний" — итоги сезона 2011 года

Александр ЛИСИЦЫН (RU0LL), г. Уссурийск, Приморский край

В июне закончился очередной марафон "Зов расстояний". Тридцать пять недель упорной борьбы позади, и пришло время подведения его итогов. В марафоне приняли участие 186 коротковолновиков России, Беларуси, Украины, Латвии и Италии, а всего за время его проведения наш сервер **<http://qsl.nauss.ru/>** посетили более 37000 раз радиолюбители из разных уголков земного шара.

Хочется поблагодарить всех участников, особенно тех, кто прошёл весь путь до конца, боролся до последнего дня и даже часа! Результаты очередного марафона придают уверенность в том, что он нашёл свою нишу в спортивной жизни радиолюбительского сообщества.

Главную переходящую награду — телеграфный манипулятор — в этом году завоевал Сергей Филимонов (UA4LY) из г. Димитровград Ульяновской области. Сергей — мастер спорта СССР. Вот что он ответил на вопросы организаторов марафона.

— Как Вы приобщились к радиолюбительству и в каком возрасте это произошло?

— В 1970 году, тогда я учился в пятом классе, в первый раз попробовал собрать приёмник из радиоконструктора. А в 1972 году товарищ пригласил меня посетить радиокружок при ДОСААФ, где занимался его старший брат. Там же была и коллективная радиостанция UK4LAM. Изучил телеграфную азбуку и по-настоящему заболел радио. Первый позывной RA4LBP получил в 1974 году. Собрал АМ передатчик на двух лампах, приставку к радиоприёмнику "Ригонда 102", поставил на крыше пятиэтажного дома антенну GP и вскоре провёл первые связи на диапазоне 10 метров.

— Какие соревнования на раннем этапе радиолюбительства наиболее запомнились и почему?

— До середины 80-х годов к соревнованиям и DX-ингу я не проявлял особого интереса. Строил трансиверы, усилители, антенны и поворотные уст-



Победитель радиомарафона "Зов расстояний — 2011" Сергей Филимонов (UA4LY).

ОБЩИЙ	AS-RUSSIA	EU-RUSSIA	QRP	YL	ЮНИОРЫ	NOVICE
UA4LY	RM8W	UA4LY	RA9MU	EU8DZ	RK9UGR	EW8ZO/N2
UA3LAR	RW0LBM	UA3LAR	UF5F	UB0LDJ	US1GBH	EW8ZO/N1
RM8W	RT9S	UA3LNM	UA0ZED	EU8MM	EW8ADX	EW8ZO/N4

ONLY DIGI	HOME MADE	DXCC	ITALY
UA3ON	EW6EN	RK0UT	I7PXV
EW6EN	RN6LOT	RA6YJ	I3VFJ
UA1WN	RK9UBN	UA0OD	IZ3NVR

160M	80M	40M	30M	20M	17M	15M	12M	10M
UA4LY	UA3LAR	UA9AOZ	RK0UT	RK0UT	RK0UT	RA6YJ	RA6YJ	RA6YJ
YL2SM	RU0LL	RW0UM	UA0OD	RA6YJ	RW0UM	RW0UM	RK0UT	UA0OD
UA3LAR	UA0LCW	RU0LM	RW0UM	RW0UM	UA0OD	UA3LSX	UA0OD	RZ0OO

РАДИО

ройства к ним — как дома, так и на коллективной радиостанции RW4LYL. Может быть, по этой причине первые соревнования в памяти и не сохранились. В память, конечно, запал последний чемпионат СССР телефоном 1990 г. Тогда в составе команды нашей коллективной радиостанции RW4LYL я стал чемпионом страны. И получил звание мастер спорта СССР. Это был плод кропотливого коллективного труда.

— По Вашему мнению, какие достижения наиболее полно раскрывают потенциал радиолюбителя? Возможно ли, не участвуя в соревнованиях и не занимаясь активно DX-ингом, стать авторитетным радиолюбителем?

— Радиолюбительство многогранно. Если радиолюбитель — человек с большой буквы во всех отношениях, авторитет к нему обязательно придёт.

— Сергей, можете ли Вы сказать после победы в марафоне, что появился новый вид состязаний?

— Да, именно так. В начале мне казалось, что это будет легкой прогулкой. Я ошибался. Но вскоре — буквально через несколько недель после начала работы в рамках марафона — пришлось пересмотреть свои взгляды. Вырабатывать тактику и стратегию. Проблемы создали и катаклизмы этой зимы в наших краях. Были серьёзные технические трудности на загородной позиции. Два раза падал GP, вмерзали в землю "бевериджи". И всё это зимой, а восстанавливать надо было очень быстро. Как говорится, и нести было тяжело, и бросить уже жалко.

— Способен ли этот марафон удовлетворять одновременно запросы и начинающих радиолюбителей, и спортсменов с самым высоким потенциалом?

— Думаю, что способен.

— Что бы Вы хотели пожелать участникам марафона?

— Обязательно дойти до финиша. И верить в победу. Хочу сказать большое спасибо всей команде его организаторов. Всё было супер!

На переходящем призе марафона — телеграфном манипуляторе MERCURY — появился ещё один позывной и год 2011-й. Такой вид переходящей награды позволит марафону войти в историю как хорошая многолетняя традиция, с ежегодной передачей эстафеты лучшему радисту.

Кроме основной таблицы подведения результатов, в этом году введены многочисленные рейтинговые подгруппы по диапазонам, странам и так далее. Это нововведение отразило разносторонность марафона, а также дало возможность внести некоторую интригу, позволило участникам самостоятельно создавать и заявлять группы, объединяться и показывать свою уникальность и неповторимость.

В итоге было создано одиннадцать алгоритмов для вывода итоговой информации. В **таблицах** приведены краткие итоги, где выведены позывные участников, занявших первые три места в некоторых группах.

Хочется особо отметить радиолюбителей Беларуси, которые предоставили возможность соревноваться в эфире десяти молодым операторам, не имевшим своего личного позывного сигнала. Они работали с коллективной радиостанции через дробь N.

Одна из самых интересных таблиц — рейтинг групп. Их было 28! Эти группы объединили в себе единомышленников с суммированием очков от каждого участника, входящего в такую группу.



На CW манипуляторе — переходящем призе марафона появился новый позывной.

А среди коллективов в марафоне одержал победу радиоклуб "Русский Экстрим" (Приморский край) под руководством Александра Морозова (RU0LM). На втором месте — радиоклуб "Кристалл" из г. Краснокаменск под руководством Николая Полковникова (RW0UM). Вот что сказал Николай в небольшом интервью.

— Ваш радиоклуб "Кристалл" отметил недавно юбилей — 20 лет со дня основания. Клуб имеет очень большой потенциал — в марафоне это было очень наглядно продемонстрировано. Расскажите немного о секрете долголетия существования и работе вашего клуба. Какие есть планы на будущее?

— В клубе выдан 185-й членский номер на сегодняшний день. По количеству вроде бы не много. Но в нём много активных радиолюбителей, которые и делают клуб привлекательным... Я ожидал, что в марафоне от нас будет побольше участников, но для первого раза тоже хорошо!

Лично мне он очень нравится, и думаю, что его "жизнь" в эфире обеспечена на многие годы. ARCK должен выиграть следующий марафон! Вот это одна из задач клуба на ближайшее время.

— Организаторы марафона "Зов расстояний" с благодарностью отмечают участие членов клуба "Кристалл" в таком длительном состязании. Как Вы считаете, такое мероприятие способно ещё более объединять одноклубников, позитивно влиять на популяризацию радиоспорта?

— Абсолютно в этом уверен! То, как включились в борьбу некоторые члены клуба и продолжали догонять сильнейших, означает, что интерес есть, и они будут участвовать дальше. То же самое происходит и с другими — радиолюбители Беларуси молодцы! Клуб "Русский Экстрим" не отдавал первенство до последнего!

Пожелаю марафону долголетия, а организаторам терпения, терпения и терпения...

— Что бы Вы хотели пожелать руководителям других радиоклубов и простым коротковолновикам?

— Что можно пожелать? Включайтесь в новом сезоне снова в "Марафон-2012", агитируйте одноклубников побороться за призовые места в клубных зачётах, ищите спонсоров или будьте таковыми сами, тогда это мероприятие будет ещё интересней. Спасибо "Марафону-2011", и приходи скорее, "Марафон-2012"!

В этом году мы собирали мнения, задавали вопросы заслуженным спортсменам-коротковолновикам, надеемся, что это будет интересно многим радиолюбителям. Вот, например, что сказал, отвечая на вопрос "Повышает ли жизненный тонус участие в марафоне?", известный приморский коротковолновик Артур Зорин (UA0NL): "Не знаю как насчёт тонуса, но радиомарафон стимулирует больше времени проводить в эфире, вставать до рассвета, интересоваться странами, которые уже подтверждены, и, казалось бы, можно не напрягаться, но для марафона надо. Да и для тех, кто недавно начал интересоваться дипломными программами, марафон добавил очков и, главное, уверенности в себе".

Хочется отметить, что все эти месяцы шла кропотливая работа по улучшению алгоритмов работы электронной системы. Организаторам приходило множество писем от участников. Проводились опросы-голосования, был открыт свой форум на нашей официальной странице, изучались и систематизировались мнения радиолюбителей. Вся информация есть на нашем сайте — её невозможно передать в столь коротком обзоре. Команда организаторов продолжает работать и приглашает всех желающих поучаствовать в этом соревновательном процессе, в реальном времени на протяжении нескольких месяцев.

Марафон "Зов расстояний" динамичен, и в правилах проведения 2012 года будут изменения к ещё более захватывающему сценарию. На сайте **<http://qsl.nauss.ru/>** есть возможность обсуждать вместе текущие вопросы, что позволит сделать наше мероприятие ещё более качественным, увлекательным и интересным.

Организаторы марафона "Зов расстояний" благодарят редакцию журнала "Радио" за качественное освещение этого большого радиолюбительского события!

Международная космическая вызывает "Бирюзовую Катунь"

Виктор ТИМОФЕЕВ (RA9YJY), г. Барнаул

Окончание июня ознаменовалось важным событием в жизни Алтайского регионального отделения Союза радиолюбителей России — группа наших радиолюбителей приняла участие в Международном молодёжном управленческом форуме АТР-2011. Он проводится администрацией Алтайского края в рамках работы с молодёжью на территории рекреационной зоны "Бирюзовая Катунь". Форум организуется не первый год, поэтому, учитывая прежнее сотрудничество его организаторов с Алтайским РО СРР, коллектив радиостанции RK9YZZ получил в этом году приглашение принять в нём участие.

В состав группы участников вошли двое молодых операторов RK9YZZ — Андрей (UB9YAM) и Андрей (UB9YAE), а также операторы постарше — Виталий (RA9YUQ), Евгений (RU9YF), Владимир (RA9YS) и автор этой статьи. Возглавил дружный коллектив руководитель коллективной радиостанции молодёжного радиоклуба "Эфир" RK9YZZ Владимир (RA9YF). На его плечи легли все заботы по организации этой поездки.

О цели мероприятия следует сказать отдельно. Участие радиолюбителей в программе проведения прошлогоднего форума вызвало огромный (и это без преувеличения) интерес участников форума. Для современной молодёжи радиосвязь — понятие достаточно абстрактное, имеющее место быть где-то в сотовом телефоне и беспроводных интерфейсах компьютерной периферии. А радиосвязь, как средство межличностного общения, особенно, когда личность собеседника летит над твоей головой на высоте более трёх сотен километров со скоростью около 28800 км/ч, — это уже Чудо, именно с большой буквы! Проведение радиосвязи с российской частью международного экипажа МКС и было целью нашей поездки.

Из Барнаула мы выехали 24 июня и уже вечером прибыли на туристическую базу "Белый камень", где ночевали две ночи, и оттуда 25 июня на весь день выехали в "Бирюзовую Катунь". По дороге активно работали на диапазоне 144 МГц, а вечерами из домика базы — на КВ диапазонах. К счастью, прохождение порадовало, и было "заодно" проведено около сотни связей на диапазонах 14, 7 и 3,5 МГц из GA-03 по программе RDA. Больше связей провести не получилось — приходилось обустраивать быт, готовить аппаратуру, решать организационные вопросы. Из аппаратуры использовались FT-8900 и IC-706mkIIG, из антенн на УКВ—2 антенны 4+7 элементов на 144/430 МГц и LW на КВ диапазоны. Работа с МКС велась одновременно с двух комплектов аппаратуры и на две антенны. Разнесённый приём дал свои результаты — все сеансы связи прошли с высоким качеством, легче было ориентировать антенны несмотря на то, что азимут определялся по компасу, а элевация — по транспортиру. Одна антенна находилась на штативе, а вторую, укреплённую на стеклопластиковой удочке, держал в руках Виктор (RA9YJY).

Окончание.
Начало см. на 2-й с. обложки

Учитывая возможности современной аппаратуры, солидный опыт работы в эфире участников экспедиции, а также огромный интерес к событию участников и гостей форума, Чудо не могло не свершиться.

Радиосвязи с МКС были проведены по плану, на всех трёх из двух запланированных витков (hi!). Дело в том, что после всех обновлений баз орбит в программном обеспечении подготовленного ноутбука перед самой нашей поездкой на МКС прилетел грузовой корабль. После его стыковки с МКС орбиту станции чуть приподняли, компенсируя просадку из-за увеличения суммарного веса объекта, а время включения аппаратуры на МКС для выхода на связь с участниками форума, утверждённое заранее, никто не изменил. Поэтому на первом витке связь с RS 59/59 возникла лишь в зените траектории и, соответственно, сократилась практически до 4—5 мин.

Из-за малой продолжительности пришлось ограничиться лишь приветствиями, да парой вопросов участников форума космонавтам, собравшиеся спели куплет песни космонавтам, и на этом, как говорится, наше время истекло. Событие фиксировали телеоператоры нескольких телекомпаний. Хотя формальная сторона наших обязательств — проведение радиосвязи с МКС — была выполнена, осталась некоторая неудовлетворённость вынужденной краткостью общения. По этой причине пришлось экстренно просить экипаж о проведении связи на следующем витке орбиты. Просьба была любезно удовлетворена — через полтора часа уже десять с лишним минут переговоров с МКС были в распоряжении собравшихся. Через полтора часа, после ужина, на площадке снова собрался народ, связь с МКС была установлена практически от горизонта и продолжалась до нового ухода МКС за горизонт.

В ходе переговоров все трое космонавтов, входящих в состав экипажа, приняли активное участие в беседе. Были даны ответы на все возникшие вопросы собравшихся. Вот теперь можно было сказать, что поездка удалась. После окончания радиосвязи возникли многочисленные вопросы по поводу радиолюбительской деятельности как со стороны корреспондентов печатных изданий, так и со стороны самих молодых участников форума. Конечно, этот неформальный интерес к радиолюбительской деятельности и является основным, самым главным, результатом мероприятия. И он также был достигнут.

По дороге домой в Барнаул подумали, что резервному сеансу, запланированному на вечер 26 июня, не годится пропадать — решили отработать и его. Разгрузив вещи, Виталий (RA9YUQ) и Виктор (RA9YJY) выдвинулись на горку по Змеиногорскому тракту и развернули позицию прямо на обочине просёлочной дороги. Так и отработали третий виток.

Следует отметить, что работа на радиолюбительских диапазонах не часто включается в план работ космонавтов, поэтому все радиосвязи проводились коллективным позывным RK9YZZ согласно договорённости с Центром управления полётами. Но, видимо, радиолюбительство увлекло и самих космонавтов, и они, к нашей радости, сообщили, что постараются поработать также и с индивидуальными станциями. Этим обещанием незамедлительно воспользовались присутствовавшие на частоте радиолюбители г. Барнаул, г. Новоалтайск и нулевого района, в направлении которого двигалась МКС, организовавшие настоящий pile-up. Из барнаульских радиолюбителей первому повезло Владимиру (RA9YDA).

Проведение радиосвязей с МКС — это посильный вклад Алтайского регионального отделения СРР в проведение года космонавтики в России и в работу с молодёжью. Его реализация стала возможной благодаря приглашению организаторов Международного молодёжного управленческого форума АТР-2011 и усилиям руководителя RK9YZZ Владимира Нетаева (RA9YF), а также помощи Сергея Самбурова (RV3DR), координировавшего взаимодействие с Центром управления полётами. Огромное им всем спасибо!

Молодёжный радиоклуб "Эфир" в текущем году получил грант Союза радиолюбителей России, на средства которого была укреплена материальная база — приобретена антенна на диапазон 40 метров и осуществилась поездка на молодёжный форум. Клуб "Эфир" — один из немногих реально действующих в г. Барнаул. На его базе проводятся занятия с группами учащихся различных возрастных категорий по направлениям: основы радиоконструирования и основы любительской радиосвязи. Воспитанники радиоклуба регулярно выезжают в экспедиции.

Что же измеряет КСВ-метр?

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Сегодня КСВ-метры есть практически на любой любительской радиостанции — встроенные в фирменную аппаратуру, самостоятельные фирменные приборы или самодельные. Результаты их работы (КСВ антенно-фидерного тракта) широко обсуждаются радиолюбителями, но мало кто задумывается над вопросом, который вынесен в заголовок этой статьи. Я уже не говорю о тех проблемах, которые реально есть в каждом из этих приборов (независимо от их типа) и которые определяют точность регистрации этого параметра. Заголовок статьи звучит как каламбур или шутка. Но ведь в каждой шутке есть доля...

Как известно, коэффициент стоячей волны в фидере однозначно определяется входным импедансом антенны и волновым сопротивлением фидера. Эта характеристика антенно-фидерного тракта не зависит ни от уровня мощности, ни от выходного сопротивления передатчика. На практике его приходится измерять на некотором удалении от антенны — чаще всего непосредственно у трансивера. Известно, что фидер трансформирует входной импеданс антенны в некоторые его значения, которые определяются длиной фидера. Но при этом в любом сечении фидера они такие, что соответствующее им значение КСВ не изменяется. Другими словами, он в отличие от импеданса, приведённого к дальнему от антенны концу фидера, не зависит от длины фидера, поэтому измерять КСВ можно и непосредственно у антенны, и на некотором удалении от неё (например, у трансивера).

В радиолюбительских кругах ходит немало легенд о "полуволновых повторителях", якобы улучшающих КСВ. Фидер с электрической длиной в половину рабочей длины волны (или в их целое число) действительно является "повторителем" — импеданс на дальнем от антенны его конце будет равен входному импедансу антенны. Единственная польза от этого эффекта — возможность дистанционно измерить входной импеданс антенны. Как уже отмечалось, на значение КСВ (т. е. на энергетические соотношения в антенно-фидерном тракте) это не влияет.

На самом деле при удалённом от точки подключения фидера к антенне измерении КСВ регистрируемое его значение всегда несколько отличается от истинного. Эти отличия объясняются потерями в фидере. Они строго детерминированы и могут только "улучшить" регистрируемое значение КСВ. Однако это эффект часто на практике бывает незначительным, если используется кабель с малыми погонными потерями и длина самого фидера сравнительно небольшая.

Если входной импеданс антенны не является чисто активным и равным волновому сопротивлению фидера, в нём устанавливаются стоячие волны, которые распределены по фидеру и состоят из чередующихся минимумов и максимумов ВЧ напряжения. На **рис. 1** показано распределение напряжения в линии при чисто активной нагрузке, несколько большей волнового сопротивления фидера. При наличии в нагрузке реактивности распределение напряжения и тока смещается влево или вправо по оси ℓ в зависимости от характера нагрузки. Период повторения минимумов и максимумов по длине линии определяется рабочей длиной волны (в коаксиальном фидере — с учётом коэффициента укорочения). Их характеристикой и является значение КСВ — отношение максимального и минимального напряжения в этой самой стоячей волне, т. е. КСВ = U_{max}/U_{min}.

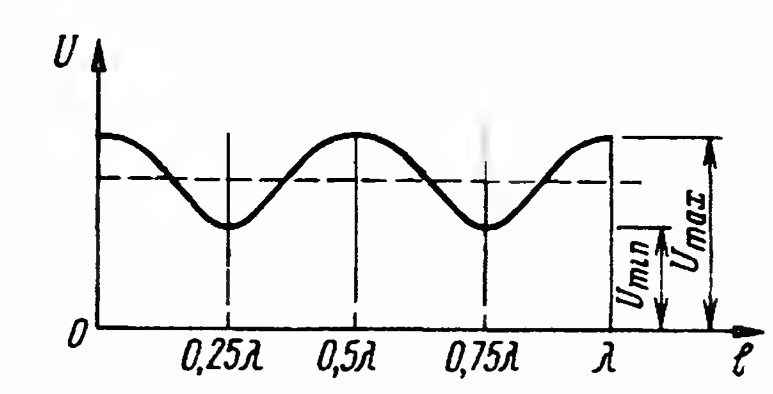


Рис. 1

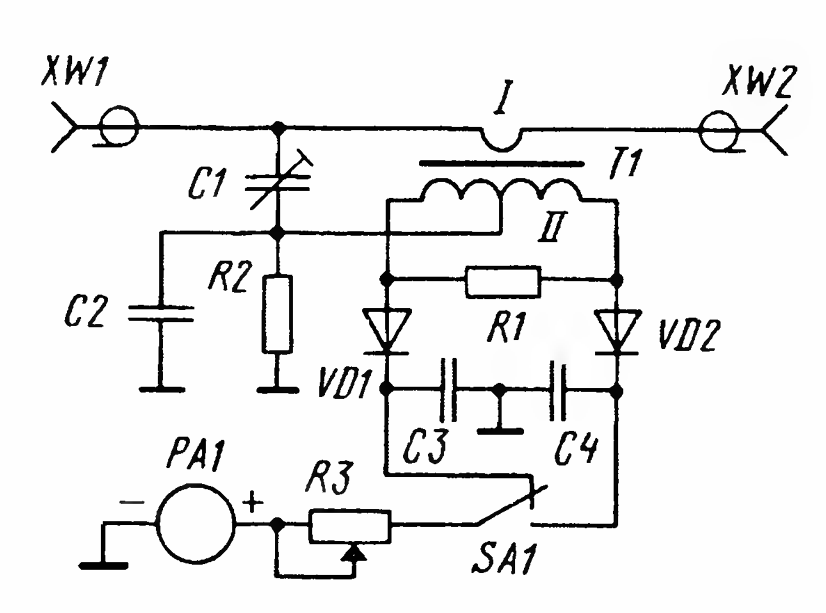


Рис. 2

Напрямую значения этих напряжений определяют только с помощью измерительных линий, которые в любительской практике не применяют (в диапазоне коротких волн — и в профессиональной тоже). Причина тому простая: чтобы иметь возможность измерить изменения этого напряжения по длине линии, её длина должна быть заметно больше, чем 0,25λ. Иными словами, даже для самого высокочастотного диапазона 28 МГц она должна быть уже несколько метров и соответственно ещё больше для низкочастотных диапазонов.

По этой причине и были разработаны малогабаритные датчики прямой и обратной волн в фидере ("направленные ответвители"), на основе которых и изготавливают современные измерители КСВ в диапазонах коротких волн и в низкочастотном участке УКВ диапазона (примерно до 500 МГц). Они измеряют высокочастотное напряжение и токи (прямой и обратный) в конкретной точке фидера, а на основании уже этих измерений и вычисляется соответствующий им КСВ. Математика позволяет вычислить его точно по этим данным — с этой точки зрения метод абсолютно честный. Проблема состоит в погрешности датчиков как таковых.

По физике работы таких датчиков они должны измерять ток и напряжение в одной и той же точке фидера. Существует несколько вариантов исполнения датчиков — схема одного из самых распространённых вариантов приведена на **рис. 2**. Они должны быть выполнены так, чтобы при нагрузке измерительного узла эквивалентом антенны (резистивной безындукционной нагрузкой с сопротивлением, равным волновому сопротивлению фидера) напряжение на датчике, которое снимается с ёмкостного делителя на конденсаторах C1 и C2, и напряжение на датчике тока, которое снимается с половин вторичной обмотки трансформатора T1, были равны по амплитуде и сдвинуты по фазе точно на 180° или 0° соответственно. Причём эти соотношения должны сохраняться во всей полосе частот, на которую рассчитан данный измеритель КСВ. Далее эти два ВЧ напряжения либо суммируются (регистрация прямой волны), либо вычитаются (регистрация обратной волны).

Первым источником погрешностей при этом методе регистрации КСВ является то, что датчики, особенно в самодельных конструкциях, не обеспечивают названные выше соотношения между двумя напряжениями во всей полосе частот. Как результат, происходит "разбаланс системы" — проникание ВЧ напряжения из канала, обрабатывающего информацию о прямой волне, в канал, делающий это для обратной волны, и наоборот. Степень развязки этих двух каналов принято характеризовать коэффициентом направленности прибора. Даже у вроде бы хороших приборов, предназначенных для радиолюбителей, и тем более у самодельных, он редко превышает 20...25 дБ.

Это означает, что нельзя доверять показаниям подобного "измерителя КСВ" при определении небольших значений КСВ. Причём в зависимости от характера нагрузки в точке измерения (а она зависит от длины фидера!) отклонения от истинного значения могут быть в ту или иную сторону. Так, при коэффициенте направленности прибора 20 дБ значению КСВ=2 могут соответствовать показания прибора от 1,5 до 2,5. Вот почему один из методов проверки подобных приборов — измерение КСВ, не равного 1 при длинах фидера, отличающихся на четверть рабочей длины волны. Если будут получены различные значения КСВ, это лишь говорит о том, что у конкретного КСВ-метра недостаточный коэффициент направленности...

Подробно эти вопросы рассмотрены в [1]. Именно этот эффект и породил, по-видимому, легенду о влиянии длины фидера на КСВ.

Ещё один момент — это не совсем "точечный" характер измерений в таких приборах (точки съёма информации о напряжении и токе не совпадают).

Влияние этого эффекта менее значимо, а пути его устранения описаны в [2].

Другой источник погрешностей — падение эффективности выпрямления диодов датчиков при малых ВЧ напряжениях. Эффект этот известен большинству радиолюбителей. Он приводит к "улучшению" КСВ при его малых значениях. По этой причине в КСВ-метрах практически никогда не используют кремниевые диоды, у которых зона неэффективного выпрямления гораздо больше, чем у германиевых или у диодов Шотки. Наличие этого эффекта в конкретном приборе легко проверяется изменением уровня мощности, при котором производятся измерения. Если КСВ начинает "возрастать" при увеличении мощности (речь идёт о его малых значениях), значит диод, ответственный за регистрацию обратной волны, явно занижает соответствующее ей значение напряжения.

При ВЧ напряжении на выпрямителе датчика меньше 1 В (эффективное значение) линейность вольтметра, в том числе и выполненного с использованием германиевых диодов, нарушается [3]. Этот эффект можно минимизировать, производя градуировку шкалы КСВ-метра не расчётным путём (как это часто делают), а по реальным значениям КСВ нагрузки. Простое решение вопроса реализации произвольных значений КСВ (импеданса нагрузки) на основе стандартного эквивалента антенны описано в [4]. Есть и более сложное решение — линеаризация показаний ВЧ вольтметров с помощью соответствующих электронных узлов (например, [5]).

Ну и, наконец, нельзя не упомянуть ток, протекающий по внешней оплётке фидера. Если не приняты соответствующие меры [6], он может быть заметным и влиять на показания прибора. В его отсутствии обязательно надо убедиться при измерениях КСВ реальных антенн.

Все эти проблемы присутствуют и в приборах заводского изготовления, но особенно они обостряются в самодельных конструкциях. Так, в подобных устройствах не последнюю роль может играть даже недостаточная экранировка внутри блока датчиков прямой и обратной волн.

Что касается приборов заводского изготовления, то для иллюстрации их реальных характеристик можно привести данные из обзора, опубликованного в [7]. В лаборатории ARRL были проверены пять измерителей мощности и КСВ разных фирм. Цена — от 100 до 170 долларов США. Четыре прибора использовали двухстрелочные индикаторы прямой и обратной (отражённой) мощности, позволявшие сразу считывать значение КСВ по объединённой шкале прибора. Практически все приборы имели заметную погрешность измерения мощности (до 10...15 %) и заметную неравномерность её индикации по частоте (в полосе частот 2...28 МГц). То есть можно ожидать, что погрешность отсчёта КСВ будет выше приведённых значений. Более того, не все приборы, будучи подключёнными к эквиваленту антенны, показывали КСВ=1. Один из них (не самый дешёвый) даже показал 1,25 на частоте 28 МГц.

Иными словами, надо быть аккуратным при проверке самодельных КСВ-метров по приборам, которые выпускаются для радиолюбителей. И в свете сказанного совсем смешно звучат заявления некоторых радиолюбителей, которые нередко можно услышать в эфире или прочитать в радиолюбительских статьях в Интернете или в журналах, что у них КСВ, к примеру, 1,25... Да и целесообразность введения в подобные приборы цифрового отсчёта значений КСВ представляется не такой уж целесообразной.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бекетов В., Харченко К.** Измерения и испытания при конструировании и регулировке радиолюбительских антенн. — М.: Связь, 1971.

2. **Гуткин Э.** Измеряем КСВ: теория и практика. — Радио, 2003, № 5, с. 66—68; № 6, с. 61—63.

3. **Степанов Б.** Измерение малых ВЧ напряжений. — Радио, 1980, № 7, с. 55, 56; № 12, с. 28.

4. **Степанов Б.** Калибровка КСВ-метра. — Радио, 2006, № 1, с. 72.

5. **Акопов Р.** ВЧ вольтметр с линейной шкалой. — Радио, 2011, № 2, с. 61—63.

6. Два вида "балунов" — какой лучше? — Радио, 2011, № 4, с. 59, 60.

7. Bob Allison. QST Compares Analog HF/VHF Wattmeters. — QST, 2009, March, s. 46—49.

SK

Замолчали любительские радиостанции
Сергея Сенаторова (U3EM),
Владимира Ефремова (UA6HGW),
Александра Беспальчика (UA4RO).

Автомобильная антенна диапазона 2 метра

Владимир ЕФРЕМОВ (UA6HGW), г. Ессентуки Ставропольского края

Вертикальные излучатели длиной 0,5λ с несимметричным питанием, расположенные над небольшим металлическим экраном, находящимся вблизи земной поверхности, обладают лучшими параметрами, чем излучатели длиной 0,25λ [1, 2]. Хотелось проверить на практике, насколько существенна эта разница при проведении местных радиосвязей в УКВ диапазоне.

Ко мне вместе с другими автомобильными антеннами Си-Би диапазона (27 МГц) попала антенна с торговым названием "Cobra", которая и послужила основой для конструкции УКВ антенны диапазона 144...146 МГц. Её излучатель отличался повышенной упругостью, да и длина больше подходила к расчётной. Измерения, проведённые с целью обнаружить какой-либо резонанс антенны с приемлемым КСВ в диапазоне от 26 до 175 МГц, результатов не дали. Эта и аналогичные ей антенны "Hustler" несмотря на относительно низкую стоимость не пользуются большим спросом. Из-за малой площади магнита крепления они плохо держатся на корпусе автомобиля и при сильном ветре или резких толчках падают. К тому же водители, стараясь не поцарапать свой автомобиль, дополнительно наклеивают на основание антенны скотч или ткань. А так как через основание осуществляется ёмкостная связь антенного согласующего устройства (АСУ) с корпусом автомобиля, это приводит к изменению резонансной частоты АСУ и потере мощности сигнала при передаче и приёме. После несложной доработки антенна пригодна для работы в диапазоне 2 метра. Так как длина её излучателя, вес и парусность уменьшаются, антенна обладает достаточной механической устойчивостью.

Конструкция антенны понятна из эскиза, представленного на **рис. 1**.

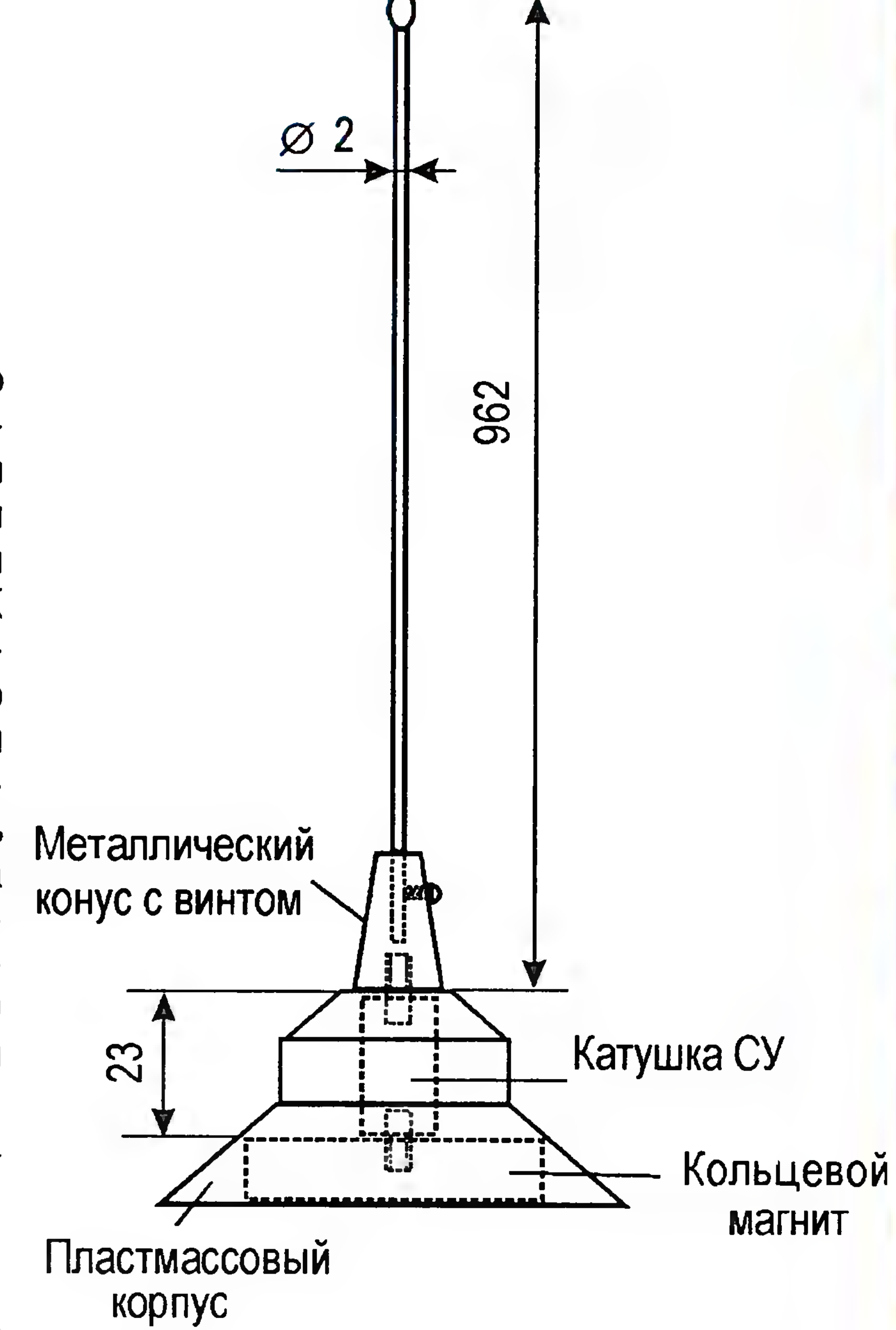


Рис. 1

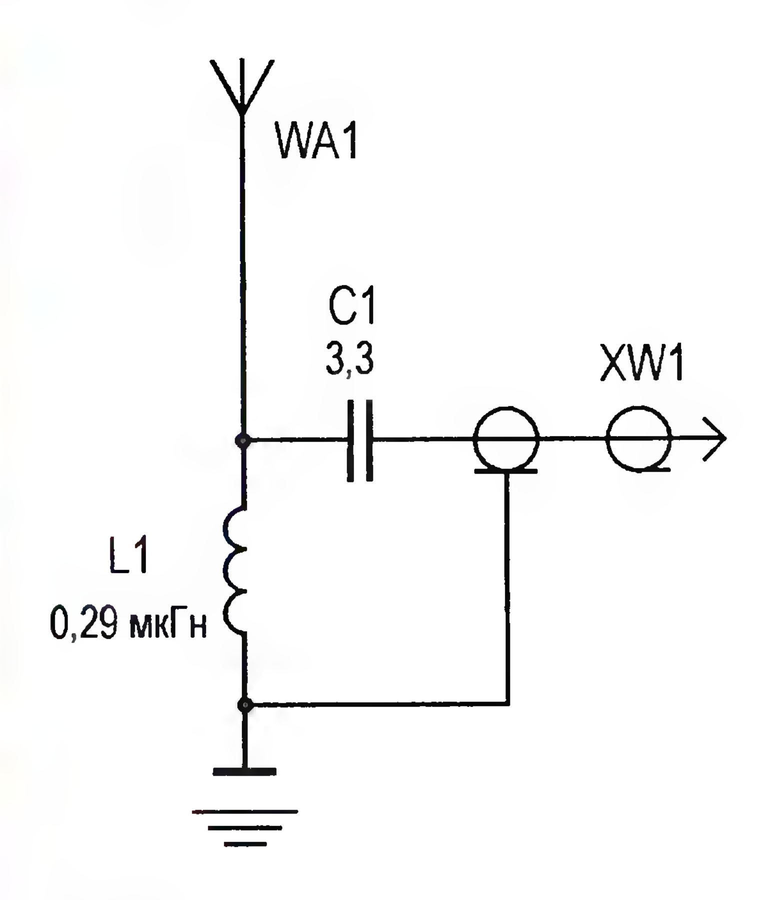


Рис. 2

Рис. 3

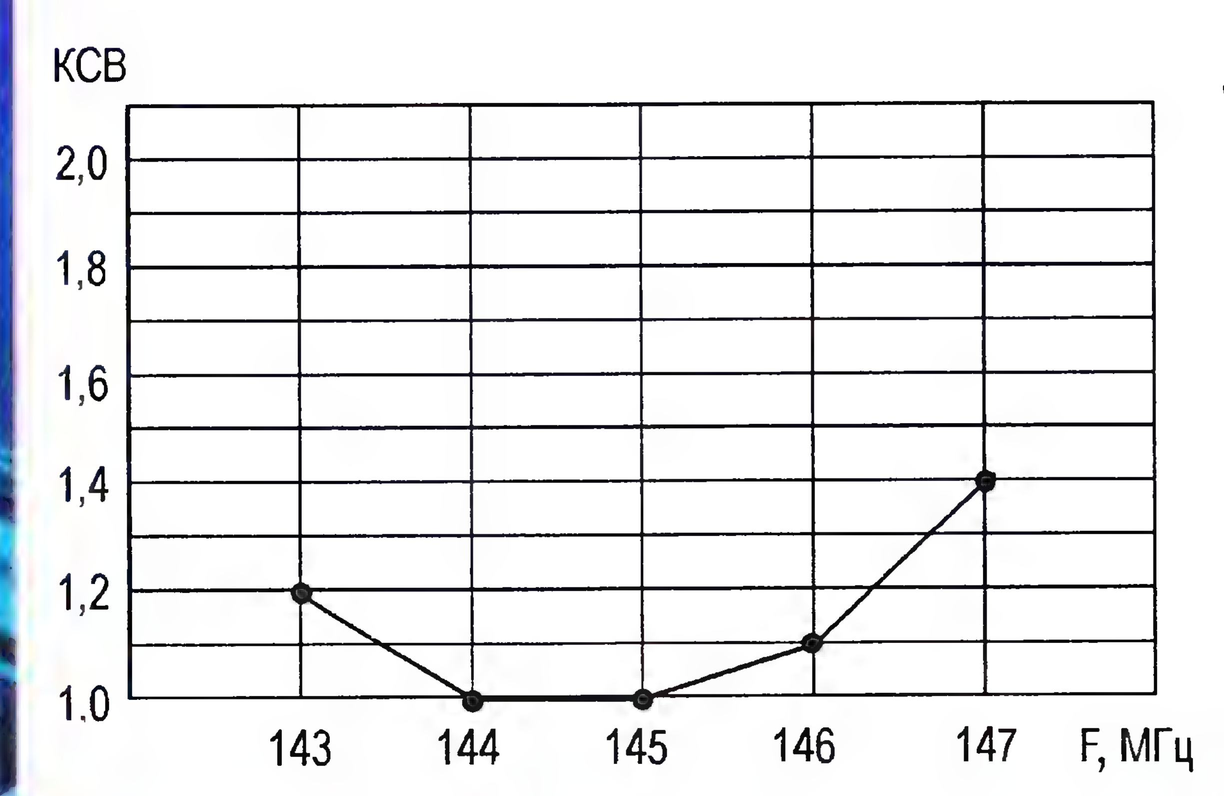


Рис. 4



Рис. 5

Длина излучателя уточнялась в процессе настройки.

Схема и конструкция согласующего устройства антенны показаны на **рис. 2** и **рис. 3** соответственно. Его монтаж выполнен на штатном гетинаксовом каркасе диаметром 16 и длиной 23 мм. Катушка L1 намотана проводом ПЭВ-2 диаметром 1 мм. Шаг намотки — 3 мм, число витков — 3—4 (уточняется в процессе настройки). В торцах каркаса 1 запрессованы бронзовые резьбовые шпильки 2 с резьбой М8 (рис. 3). Они служат для крепления излучателя и магнитного основания антенны. Эти шпильки имеют дополнительные крепления в каркасе в виде бронзовых поперечных шпилек, к которым припаивают выводы элементов АСУ. На боковой поверхности каркаса имеется дополнительный изолированный опорный контакт, также служащий для монтажа элементов.

Ёмкость конденсатора С1 подбиралась экспериментально. Вначале был установлен переменный конденсатор малой ёмкости с воздушным диэлектриком, который впоследствии был заменён постоянным керамическим. Подойдут конденсаторы КД-1 или КТ-1 и им подобные с малым или нулевым ТКЕ и номинальным напряжением не менее 250 В. Это необходимо даже при использовании УКВ радиостанций с выходной мощностью передатчика не более 10 Вт.

После окончательной настройки АСУ следует прочно закрепить выводы катушки на каркасе, хорошо пропаять все места соединений деталей и питающего кабеля. Конденсатор необходимо покрыть слоем хорошего влагостойкого лака, а также обеспечить хорошую защиту деталей всего устройства от проникновения влаги.

На **рис. 4** приведён график КСВ антенны в зависимости от частоты, на **рис. 5** — фрагмент её внешнего вида.

Антенна более двух лет используется с подвижной автомобильной УКВ радиостанцией. При первичной проверке её работы было установлено несколько десятков двусторонних радиосвязей с корреспондентами, находящимися в разных пунктах нашего региона, на различных расстояниях и высоте относительно выбранного для эксперимента места. Большинство корреспондентов отметили повышение уровня сигнала около одного балла (по показаниям S-метра) в сравнении с четвертьволновой GP-антенной, использованной в этом эксперименте.

Подобную антенну можно изготовить самостоятельно, имея в наличии подходящий кольцевой магнит и металлическую пружинящую проволоку подходящего диаметра с хорошими проводящими свойствами для изготовления излучателя. Металлическое основание можно выточить на токарном станке, просверлив в его центре осевое отверстие для крепления АСУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Чернышёв В. П., Шейнман Д. И.** Распространение радиоволн в антенно-фидерные устройства. Учебник для техникумов — М.: Радио и связь, 1989.

2. **Беньковский З., Липинский Э.** Любительские антенны коротких и ультракоротких волн. — М.: Радио и связь, 1983.



НА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДИАПАЗОНАХ

Очно-заочный чемпионат на КВ

Двадцатый очно-заочный командный чемпионат страны по радиосвязи на КВ прошёл в июле в Нижегородской области.

В телефонном зачёте лучшими были Антон Навнычко (RT9T) и Михаил Никитин (RK3QS). На втором месте в этой группе — Игорь Зубков (RM2T) и Ольга Скобелева (RA3TYL), на третьем месте — Евгений Даниэльян (R2AA) и Сергей Попов (RN3QO). В телеграфном зачёте в тройке лидеров те же три команды, но уже в другом порядке — Евгений Даниэльян (R2AA) и Сергей Попов (RN3QO), Антон Навнычко (RT9T) и Михаил Никитин (RK3QS), Игорь Зубков (RM2T) и Ольга Скобелева (RA3TYL).

Победителями в смешанном зачёте стали Алексей Михайлов (RA1A) и Андрей Карпов (RV1AW). На второе место вышла команда, в составе которой выступали Андрей Меланьин (UA3DPX) и Игорь Корольков (UA4FER), а на третье место — команда Евгения Даниэльяна (R2AA) и Сергея Попова (RN3QO).

Очно-заочный чемпионат на УКВ

В июле в Орловской области прошёл третий очно-заочный чемпионат России по радиосвязи на УКВ. Первое место в чемпионате заняла команда Орловской области, которую представляли Валерий Чикин (R3EA) и Владимир Фетисов (RA3EG). На втором месте — команда Краснодарского края в составе Виталия Конутенко (RA6A) и Николая Арцивенко (UA7C), на третьем — команда Брянской области в составе Александра Хаустова (R3YA) и Дмитрия Терлецкого (UA3YFA).

(Окончание см. на с. 62)

Малогабаритный радиоприёмник Си-Би диапазона

Павел ВЕНДЕРЕВСКИЙ, г. Барнаул

Радиоприёмник предназначен для портативных радиостанций Си-Би диапазона с амплитудной модуляцией сигнала. Его рабочая частота стабилизирована кварцевым резонатором. Чувствительность приёмника при соотношении сигнал/шум 16 дБ — не хуже 3 мкВ. Входное сопротивление — 50 Ом. Выходная мощность — не менее 100 мВт. Ток, потребляемый приёмником в дежурном режиме при напряжении питания 3,6 В, — не более 5 мА. Приёмник сохраняет работоспособность в интервале питающих напряжений от 2,5 до 8 В.

Отличительная особенность этого устройства — применение микросхемы TA2003, разработанной для промышленных радиоприёмников АМ (средневолнового) и FM диапазонов. Опытным путём было установлено, что собственный гетеродин и смеситель тракта АМ микросхемы TA2003 устойчиво работают и на частотах Си-Би диапазона 27 МГц. Так как внутренний гетеродин микросхемы не предусматривает использование кварцевого резонатора, в приёмнике применён внешний гетеродин. Описываемый приёмник очень прост в изготовлении, в нём использованы широко распространённые детали. Автором было собрано пять таких приёмников, и все они показали одинаково хорошие результаты.

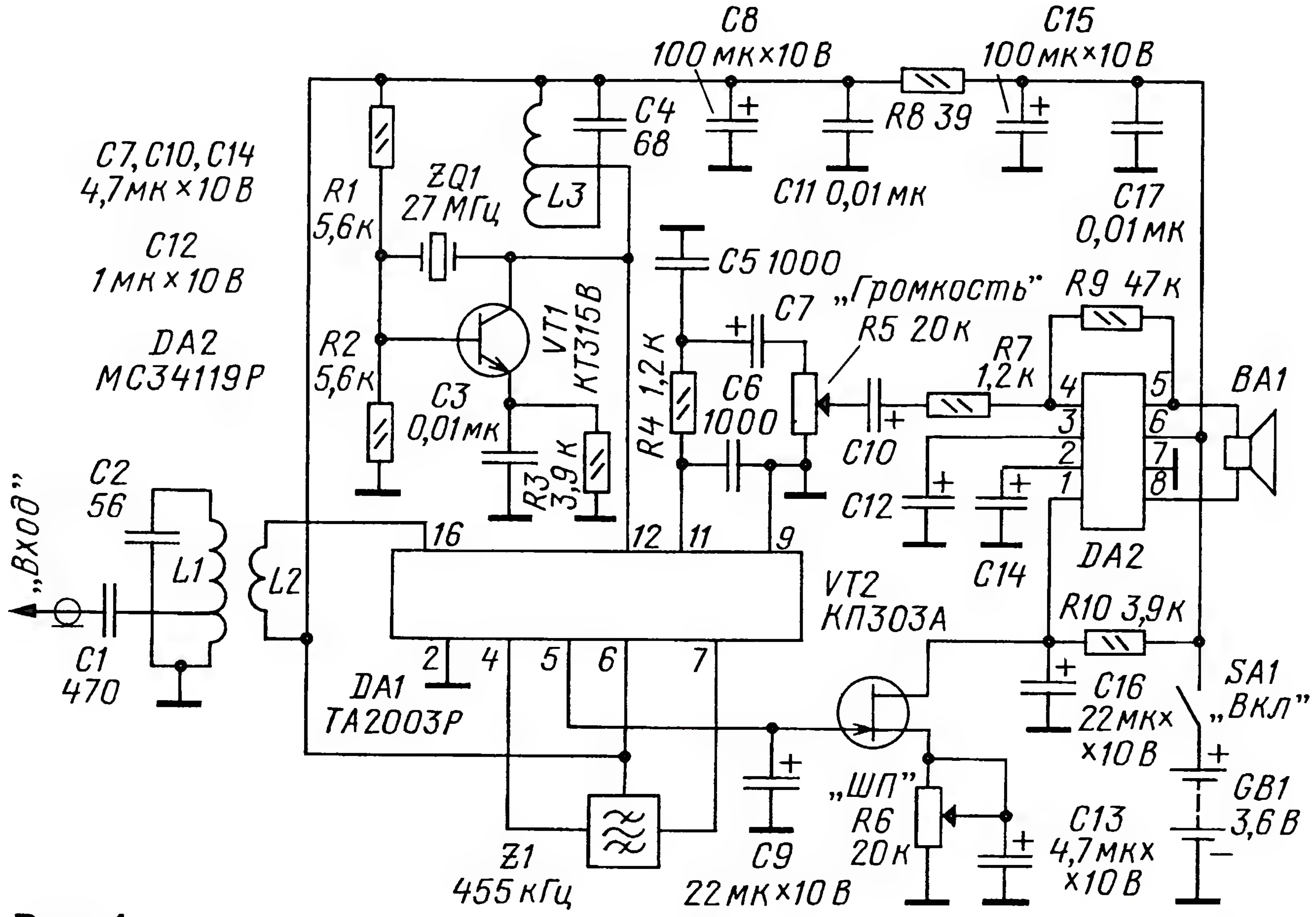


Рис. 1

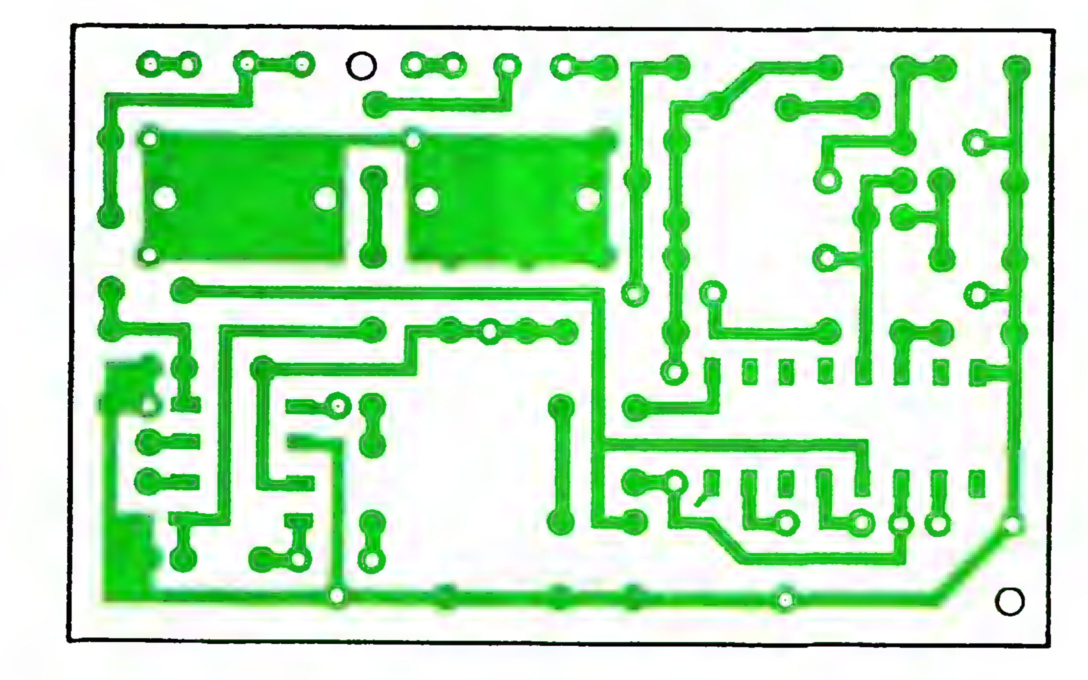


Рис. 2

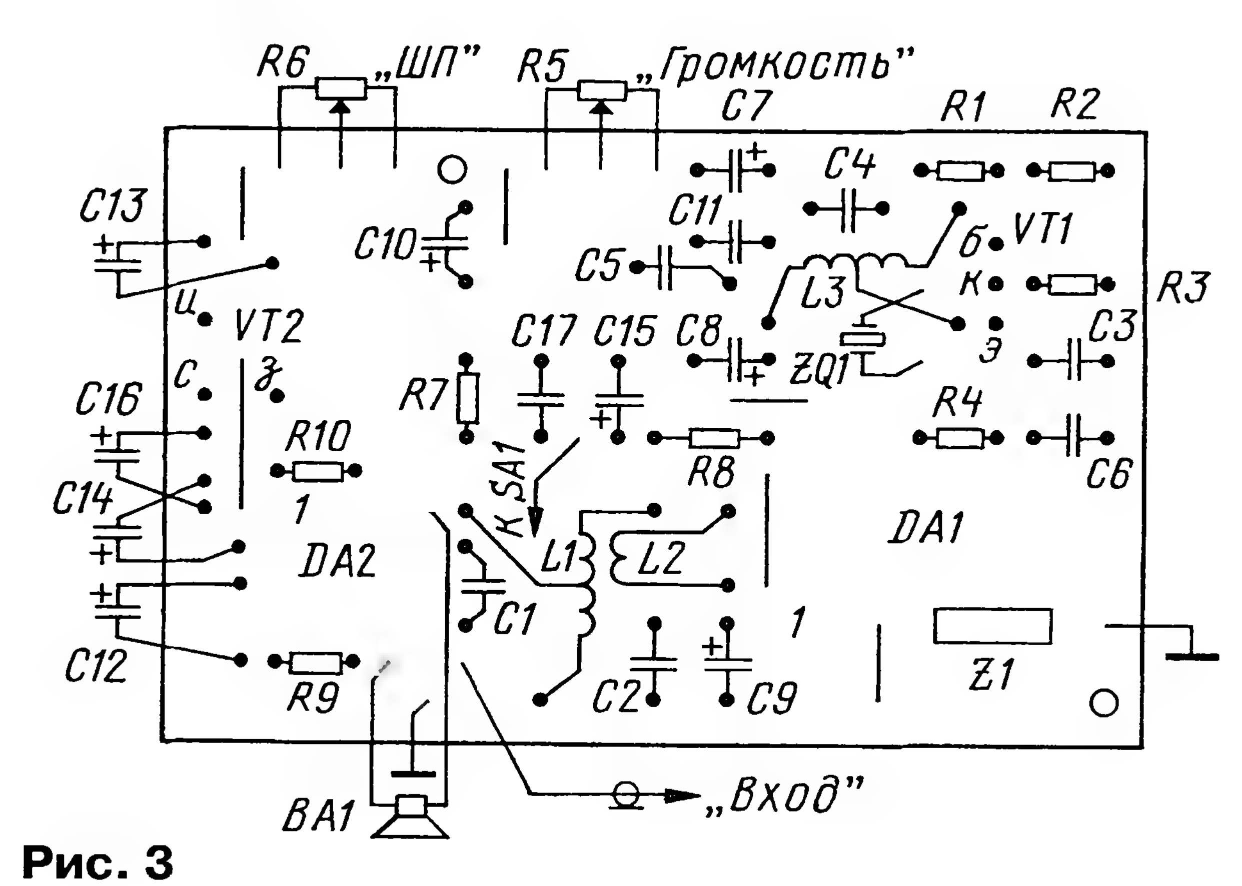


Рис. 3

Схема радиоприёмника изображена на **рис. 1**. Радиочастотный сигнал с антенны через разделительный конденсатор C1 поступает на колебательный контур L1C2, который осуществляет предварительную селекцию сигнала. Чтобы обеспечить входное сопротивление приёмника, близкое к 50 Ом, конденсатор C1 подключён к части витков катушки L1. Через катушку связи L2 ВЧ напряжение с контура поступает на вход усилителя высокой частоты АМ тракта микросхемы DA1 (вывод 16) и далее на АМ смеситель, входящий в состав этой микросхемы. На второй вход смесителя через вывод 12 подаётся сигнал гетеродина, выполненного на транзисторе VT1. Рабочая частота гетеродина определена параметрами кварцевого резонатора ZQ1. Полученный в смесителе сигнал промежуточной частоты 455 кГц через полосовой фильтр Z1 поступает на вход УПЧ микросхемы DA1 (вывод 7). К выходу детектора АРУ УПЧ (вывод 5 микросхемы) подключён конденсатор C9, на котором выделяется управляющее напряжение, необходимое для регулировки усиления УПЧ. Усиленный и прошедший через амплитудный детектор сигнал промежуточной частоты с вывода 11 микросхемы поступает на ФНЧ, выполненный на элементах R4, C5, C6. Выделенный фильтром сигнал звуковой частоты через регулятор громкости (переменный резистор R5) поступает на усилитель ЗЧ — микросхему DA2, которая работает в типовом для неё мостовом включении, а к её выходу подключён громкоговоритель BA1.

На транзисторе VT2 собран шумоподавитель. Порог его срабатывания регулируют переменным резистором R6. В отсутствие на входе приёмника радиосигнала напряжение на выходе детектора АРУ минимально и составляет примерно 10...80 мВ. Транзистор VT2 закрыт напряжением смещения, определяемым сопротивлением резистора R6. При этом напряжение на выводе 1 микросхемы DA2 (вход "Chip Disable") высокое и она, соответственно, находится в дежурном режиме. Когда на входе приёмника появляется ВЧ сигнал, напряжение АРУ увеличивается, транзистор VT2 открывается и напряжение на входе "Chip Disable" микросхемы DA2 уменьшается. Это приводит к переходу микросхемы из режима ожидания в рабочий режим.

Приёмник собран на плате из фольгированного стеклотекстолита. На **рис. 2** показана печатная плата устройства, на **рис. 3** — размещение деталей на ней. Практически все детали устанавливают на плату со стороны печатных проводников. Исключение составляют переменные резисторы, кварцевый резонатор ZQ1, фильтр основной селекции Z1 (его пластмассовый корпус приклеивают к

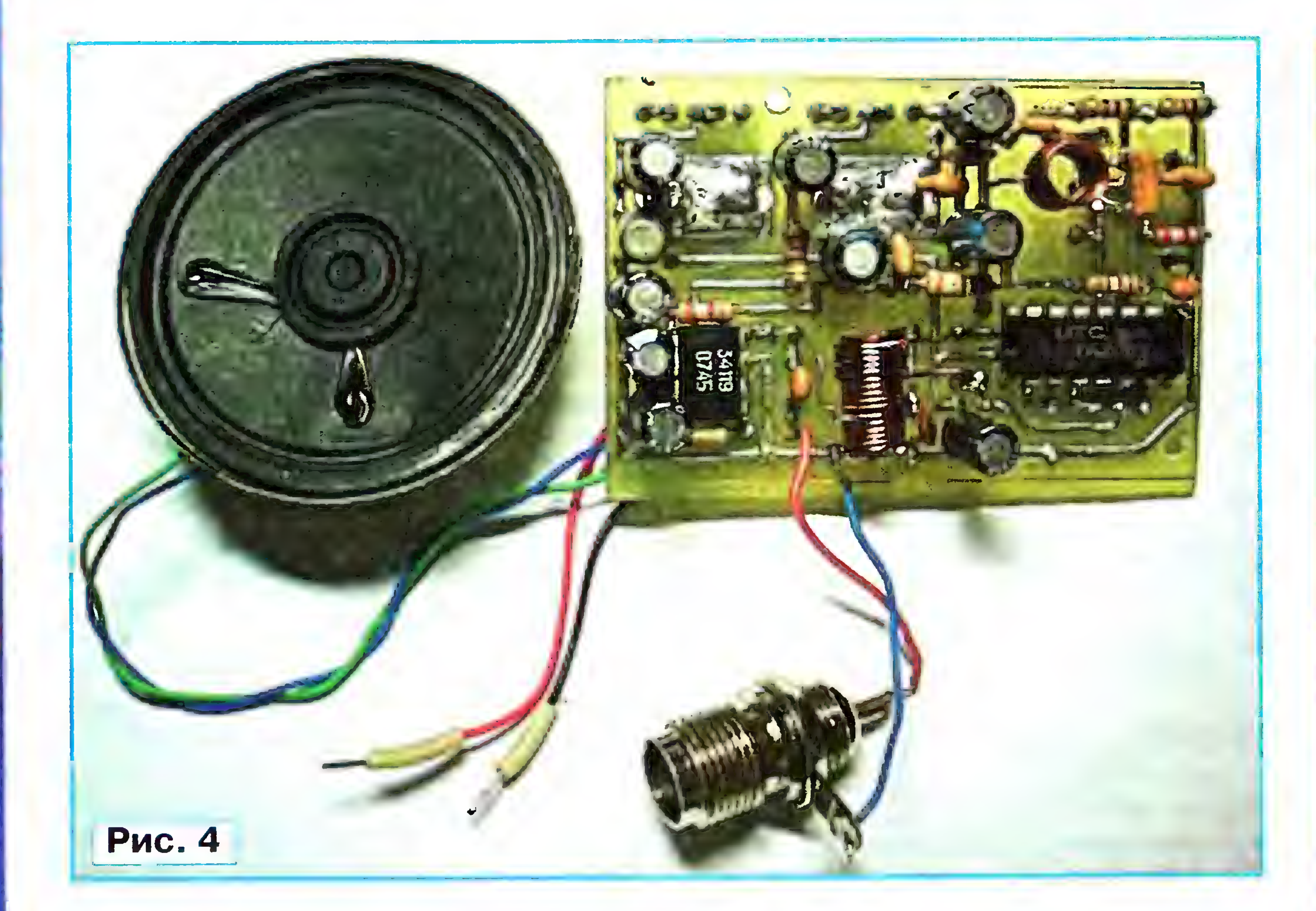


Рис. 4

обратной стороне печатной платы) и пять перемычек. Металлический корпус кварцевого резонатора необходимо соединить с общим проводом устройства. Для этого его прижимают к печатной плате отрезком луженого медного провода, который запаивают в отверстия, размещенные около резистора R3 и конденсатора C3. Отверстия в прямоугольных площадках в левой части платы (по два в каждой) используются для крепления переменных резисторов R5 и R6, которые также располагают с обратной стороны платы. Вид готовой конструкции приведён на фотографии **рис. 4**.

Катушки L1—L3 — бескаркасные. Их наматывают виток к витку проводом ПЭВ-2. Катушка L1 содержит 17 витков провода диаметром 0,5 мм. Диаметр намотки — 5 мм. Отвод сделан от 5-го витка, считая от вывода, соединённого с общим проводом. Катушка L2 намотана проводом диаметром 0,35 мм. Число витков — 6, диаметр намотки — 7 мм. Перед установкой на плату катушку L2 надевают поверх катушки L1. Катушку L3 наматывают проводом диаметром 0,5 мм. Число витков — 14, диаметр намотки — 5 мм. Отвод — от середины катушки.

При рабочей частоте приёмника 26,545 МГц частота кварцевого резонатора ZQ1 должна быть 27 МГц. При настройке приёмника на другие рабочие частоты частота кварцевого резонатора должна превышать рабочую на 455 кГц. Фильтр Z1 желательно применить типа SFU455C5, но можно и другой аналогичный. Все постоянные конденсаторы — малогабаритные керамические, оксидные — К50-35 или аналогичные импортные. Переменные резисторы R5, R6 — малогабаритные, любого типа с сопротивлением 4,7...22 кОм. Громкоговоритель BA1 — динамическая головка мощностью 0,25...0,5 Вт с сопротивлением звуковой катушки не менее 8 Ом. Транзистор VT1 — КТ315 с любым буквенным индексом, VT2 — КП303А или КП303Б. Источником питания радиоприёмника служит NiCd аккумуляторная батарея напряжением 3,6 В и ёмкостью 600 мА·ч.

Перед первым включением приёмника следует проверить правильность монтажа. Налаживание приёмника сводится к настройке входного контура L1C2 и контура гетеродина L3C4. Это осуществляют, раздвигая крайние витки катушек. Первым настраивают контур гетеродина. Показателем его точной настройки на частоту резонатора служит максимальное постоянное напряжение на резисторе R3. Для настройки входного контура на вход приёмника необходимо подать сигнал от генератора стандартных сигналов частотой 26,545 МГц и напряжением около 10 мкВ. Контролировать точную настройку входного контура можно по максимальному напряжению АРУ УПЧ на выводе 5 микросхемы DA1. Если нет возможности использовать ГСС, подключите к входу приёмника антенну и настройте контур по сигналу работающей радиостанции. По окончании настройки следует зафиксировать витки катушек несколькими каплями полистирольного клея.



Окончание. Начало см. на с. 60

InterHAM-2011

Радиолюбительский фестиваль InterHAM-2011 будет проходить с 29 сентября по 2 октября этого года на базе "Маяк" в 25 км от г. Воронежа. Главный организатор фестиваля — Russian Contest Club.

Программа фестиваля ориентирована на широкие интересы его гостей. Это презентация аудио- и видеоматериалов по вопросам радиолюбительской связи, различные конкурсы, мини-соревнования и тому подобное. В программе также — "нерадиолюбительские" мероприятия, вроде "Пивного" чемпионата или футбольного матча между командами радиолюбителей России и стран СНГ. Отдельная программа предусмотрена для женской части гостей фестиваля — экскурсии, конкурс "А ну-ка, девушки", поездка по магазинам.

Подробнее с программой фестиваля можно ознакомиться на сайте <**http://www.interham.ru/prog.htm**>.

Журнал "Радио" — информационный спонсор этого фестиваля.

Обратная связь

Полная версия статьи Николая Кушевича "Широкополосный усилитель КВ диапазона" ("Радио", 2011, № 8, с. 62, 63) размещена на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/08/KVampl.zip**>.

LeCroy

ArbStudio — комплексное решение для генерации сигналов произвольной формы

Компания LeCroy (США) выпустила серию цифровых USB-генераторов произвольной формы ArbStudio. В статье представлены технические характеристики, особенности и функциональные возможности этих генераторов.

Серия генераторов сигналов произвольной формы **ArbStudio** от компании LeCroy содержит четыре модели — с двумя выходными каналами (**1102**, **1102D**) и с четырьмя (**1104**, **1104D**). В генераторах с индексом "D" встроен формирователь логических последовательностей: модель ArbStudio 1102D имеет 18 цифровых каналов (один логический пробник); в модели ArbStudio 1104D — 36 каналов (два логических пробника).

Приборы ArbStudio (на **фото**) от прочих генераторов данного класса отличает высокая производительность и широчайшие ресурсы конструирования формы сигнала. Максимальная частота выходного сигнала достигает 125 МГц, объём памяти для формирования колебаний произвольной формы (СПФ) — 2 Мб на канал, скорость выборки — 1 Гвыб/с, разрешение ЦАП — 16 бит.



Каналы в генераторах ArbStudio полностью независимы.

Управление генераторами осуществляется через ПК по USB-интерфейсу. Управляющее программное обеспечение (ПО) может быть установлено не только на любом компьютере, но и на измерительном оборудовании с "открытой платформой", например, на осциллографах LeCroy. Это создаёт возможности по комбинированию различных средств измерений под управлением единого ПК для формирования мощного программно-аппаратного комплекса.

В генераторах ArbStudio реализованы два принципа формирования сигнала. Режим синтеза сигналов произвольной формы (ARB), основанный на переменной частоте дискретизации и сегментированной памяти, позволяет формировать так называемые "живые" сложные сигналы с более рациональным использованием ресурсов, чем в генераторах, построенных по принципу DDS (прямого цифрового синтеза). В режиме ARB частота и память связаны, поэтому каждая точка памяти оцифровывается ЦАП и выходной сигнал состоит из точно повторяющихся шаблонов для каждого периода. Поскольку при этом не используется пропуск или повторение точек сигнала (как в DDS), то джиттер и фазовые шумы выходного сигнала минимальны. При всех достоинствах режим ARB не подходит для формирования частотно- и фазомодулированных сигналов и быстрой перестройки частоты. В режиме ARB возможно создавать только амплитудно-модулированные сигналы. Таким образом, если генерируемый сигнал — частотно-модулированный или фазомодулированный, следует выбрать DDS. Важной особенностью режима DDS стала возможность создавать манипулированные сигналы, которые используются в цифровой модуляции (со скачкообразным изменением частоты или фазы). В генераторах ArbStudio возможна амплитудно-частотная коррекция в режиме DDS, что позволяет при необходимости эмулировать затухание в тракте передачи сигнала.

Сложные сигналы формируют через меню редактора с использованием уравнений (формул) или путём импортирования отсчётов из файла данных. Частотно-фазовое модулирование и режим качания частоты осуществляют в режиме DDS.

При формировании простых форм сигнала и широтно-импульсной модуляции для управления прибором предусмотрены две отдельные программы. Они позволяют быстро изменять настройки, управлять и контролировать параметры сигнала, как в обычном функциональном генераторе. Помимо независимого регулирования параметров сигнала в каждом канале и выбора принципа формирования сигнала на каждом из выходов (ARB/ DDS), можно производить математические операции с каналами.

Генераторы ArbStudio способны не только суммировать сигналы двух каналов (получать результирующий сигнал удвоенной амплитуды), но и перемножать их или выполнять оба этих действия одновременно. Имеется возможность наложения шума на сигнал, например, при тестировании различных шумоподавляющих фильтров. В настройках доступен выбор видов шума — Гаусса, постоянный или белый, для которых задаются присущие им параметры (масштабный коэффициент, СКО или амплитуда). Также возможен выбор области зашумления — по всему сигналу или в заданной маркёрами зоне.

Функциональность генераторов ArbStudio отличается разнообразием режимов запуска, что в сочетании с сегментированной памятью расширяет возможности моделирования форм сигналов или задание условий при их воспроизведении. Основной сигнал может воспроизводиться однократно, периодически, отдельные участки сигнала могут запускаться по определённым алгоритмам — пошагово или пакетом. Помимо алгоритмов формирования основного сигнала, в режиме AM модуляции можно управлять запуском модулирующего сигнала. Имеется выход сигнала запуска, который может настраиваться на выдачу сигналов синхронизации (начало, конец, маркёры или логическая шина). Это даёт возможность гибко управлять несколькими генераторами при их синхронной работе.

Современные устройства имеют в своём составе как аналоговые каналы передачи, так и цифровые шины, поэтому часто возникают задачи комплексного тестирования. Для этих целей в моделях ArbStudio 1102D и ArbStudio 1104D имеется генератор цифровых кодовых последовательностей (Pattern). Генератор может формировать как отдельные кодовые последовательности, так и работать в смешанном режиме, в котором выходы внутреннего ЦАП, формирующего выходной сигнал, параллельно выводятся на отдельный выходной разъём. Такие смешанные сигналы могут использоваться при разработке и тестировании цифровых устройств или для эмулирования протоколов передачи данных. Модели ArbStudio 1104 и ArbStudio 1104D, имеющие четыре выходных канала, поддерживают мультисинхронную работу с помощью специальной шины объединения. Таким образом, подключаются до восьми однотипных генераторов для получения 32 аналоговых и 288 цифровых синхронизированных выходов. Одним из мощных инструментов, используемых в широком перечне современных измерительных задач, является набор цифровых фильтров генераторов. В программе можно выбрать один из фильтров: Баттерворта, Чебышева, инверсный Чебышева, эллиптический, Бесселя; задать порядок фильтра (от 0 до 255); настроить положение фильтра (по всему сигналу или в пределах маркёрной зоны); выбрать тип переходной характеристики и пр. Окно просмотра редактора позволяет "вживую" увидеть результат воздействия фильтра на сигнал.

Генераторы ArbStudio незаменимы для формирования высокоскоростных и сложных по структуре сигналов, которые можно использовать для эмуляции различных процессов в телекоммуникации, в протоколах последовательной передачи, для обучения в учебных заведениях или для научных исследований.

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте <WWW.prist.ru>. Консультации по вопросам измерительной техники — по тел. (495) 777-55-91 и по e-mail <info@prist.com>.



Испытания Юрия Гагарина

Н. ЕФИМОВ, г. Москва

(Окончание. Начало см. на с. 4)

И вот 14 июля этого года, пятьдесят лет спустя после приезда Юрия Гагарина в Англию по приглашению профсоюза литейщиков, в Лондоне торжественно открыт памятник космонавту № 1. Что особенно примечательно, открыт по инициативе официальных властей Великобритании.

Англичане подошли к этому серьёзно и ответственно. Они заранее ознакомились с памятниками Гагарину в нашей стране и пришли к выводу, что скульптура, установленная в Люберцах у ремесленного училища (ныне профессиональный лицей) № 10, наиболее точно и ярко отражает характер и образ космонавта. И попросили отлить для себя копию, что и было сделано ижевскими умельцами. Автор — скульптор Анатолий Новиков.

Памятник установлен возле Арки адмиралтейства, дорогом для английского сердца месте. С одной стороны Арки стоит памятник великому мореплавателю капитану Джеймсу Куку, с другой — памятник Гагарину, великому первопроходцу космоса.

Через год памятник Гагарину будет передан в один из лондонских музеев. Ещё не решено — в какой именно. Но в любом из них он по праву займёт достойное место.